



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA ANABİLİM DALI

HATAY'DAKİ DERİ ENDÜSTRİLERİNİN ATIK SULARININ İNCELENMESİ

ABDO ÖZKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya / HATAY

ŞUBAT - 2008

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HATAY'DAKİ DERİ ENDÜSTRİLERİNİN ATIK SULARININ İNCELENMESİ

ABDO ÖZKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KİMYA ANABİLİM DALI

Doç. Dr. Şana SUNGUR danışmanlığında hazırlanan bu tez 21 /02/ 2008 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Şana SUNGUR	Yrd. Doç. Dr. M. Kemal SANGÜN	Yrd. Doç. Dr. Veli UYGUR
Başkan	Üye	Üye

Bu tez Enstitümüz Kimya Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof.Dr.Necat AĞCA
Enstitü Müdürü

Bu çalışma M.K.Ü. Bilimsel Araştırma Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 07 M 0501

NOT : Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

İÇİNDEKİLER	I
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Deri Endüstrisinin Genel Tanımı.....	1
1.2. Deri Endüstrisinin Hammaddesi	1
1.3. Türkiye’deki Deri Endüstrilerinin Durumu.....	2
1.4. Üretimde Yer Alan Proses ve İşlemler.....	4
1.4.1. Kireçleme İşlemleri.....	6
1.4.1.1. Kanatlara Ayırma ve Budama.....	6
1.4.1.2. Islatma ve Yıkama İşlemi.....	6
1.4.1.3. Kavaleta ve Kıl Giderme İşlemi.....	6
1.4.1.4. Kireç Giderme İşlemi.....	7
1.4.2. Tabaklama İşlemleri.....	7
1.4.2.1. Sama İşlemi.....	7
1.4.2.2. Pıklaj (Salamura) İşlemi.....	8
1.4.2.3. Birinci Sepileme (Kromlama) İşlemi.....	8
1.4.2.4. Sıkma, Yarma, Traşlama İşlemleri.....	8
1.4.2.5. İkinci Sepileme (Retenaj) İşlemleri.....	8
1.4.3. Boyama ve Yağlama İşlemleri	9
1.4.4. Bitirme İşlemleri.....	9
1.5. Deri Endüstrisinde Kullanılan Su ve Kimyasal Maddeler.....	11
1.6. Deri Endüstrisinde Oluşan Atık Türleri.....	12
1.6.1. Katı Atıklar.....	12
1.6.2. Sıvı Atıklar.....	13
1.7. Deri Endüstrisi Atık Sularının Çevreye Etkileri.....	15
1.8. Endüstriyel Atık Suların Boşaltım İlkeleri.....	16

1.8.1. Kanalizasyon Sistemine Boşaltım Esasları.....	16
1.8.2. Alıcı Su Ortamına Doğrudan Boşaltım Esasları.....	17
1.9. Deri Endüstrisi Atıklarının Azaltılması Amacıyla Alınabilecek Tesis İçi Önlemler.....	19
1.9.1. Tuz Kullanımında Alınabilecek Önlemler.....	20
1.9.2. Yıkama ve Yumuşatma Aşamasında Alınabilecek Önlemler.....	20
1.9.3. Kıl Giderme ve Kireçlik Aşamasında Alınabilecek Önlemler.....	20
1.9.4. Yıkama ve Çalkalama İşleminde Alınabilecek Önlemler.....	20
1.9.5. Atık Kromun Azaltılması İçin Alınabilecek Önlemler.....	20
1.10. Deri Sanayi Atık Sularının Arıtımında Kullanılan Yöntemler.....	21
1.10.1. Kromun Uzaklaştırılması.....	21
1.10.2. Mekanik Arıtma.....	21
1.10.3. Ön Çökeltme.....	21
1.10.4. Atık Suların Dengelenmesi.....	21
1.10.5. Kimyasal Arıtma.....	22
1.10.6. Biyolojik Arıtma.....	22
1.11. UV ve Görünür Bölge Absorbsiyon Spektroskopisi ile İlgili Genel Bilgiler.....	23
1.11.1 UV ve Görünür Bölge Absorbsiyon Spektrofotometreleri.....	24
1.11.1.1. Işık Kaynakları.....	24
1.11.1.2. Dedektörler.....	25
1.11.1.3. Monokromatörler (Dalgaboyu Seçicileri).....	26
1.11.2. Spektrofotometre Çeşitleri.....	26
1.11.2.1. Tek Işık Yollu Spektrofotometreler.....	26
1.11.2.2. Çift Işık Yollu Spektrofotometreler.....	27
1.11.3. Işık Absorbsiyonunun Nicel Yorumu.....	28
1.11.4. UV ve Görünür Bölge Absorbsiyon Spektroskopisi ile Analitik Uygulamalar.....	29
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	31
3. MATERYAL VE METOT.....	38
3.1. Materyal.....	38
3.1.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	38
3.1.2. Kullanılan Cihazlar.....	39
3.2. Metot.....	39
3.2.1. Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması.....	39

3.2.2. Atık Su Numunelerinin Alınması.....	40
3.2.3. Atık Su Numunelerinde pH Tayini.....	40
3.2.4. Atık Su Numunelerinde Askıda Katı Madde (AKM) Miktarı Tayini.....	40
3.2.5. Atık Su Numunelerinde Organik Madde (OM) Miktarı Tayini	41
3.2.6. Atık Su Numunelerinde Yağ ve Gres Tayini.....	41
3.2.7. Atık Su Numunelerinde Alkalinite Tayini.....	41
3.2.8. Atık Su Numunelerinde Krom (III) Tayini.....	42
3.2.9. Atık Su Numunelerinde Krom (VI) Tayini.....	42
3.2.10. Atık Su Numunelerinde Sülfür Tayini.....	43
3.2.11. Atık Su Numunelerinde Amonyum Azotu Tayini.....	44
3.2.12. Atık Su Numunelerinde Toplam Azot Tayini.....	44
3.2.13. Atık Su Numunelerinde KOİ Tayini.....	45
3.2.14. Atık Su Numunelerinde BOİ Tayini	45
3.3. Kirlilik Yükü Azaltma Çalışmaları.....	45
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	46
4.1. pH	46
4.2. Askıda Katı Madde (AKM) Miktarı	47
4.3. Organik Madde (OM) Miktarı.....	48
4.4. Yağ ve Gres.....	50
4.5. Alkalinite.....	50
4.6. Krom (III).....	51
4.7. Krom (VI).....	53
4.8. Sülfür.....	54
4.9. Amonyum Azotu ve Toplam Azot.....	54
4.10. KOİ.....	55
4.11. BOİ.....	57
4.12. Kirlilik Yükünün Azaltılması.....	57
4.13. Kirlilik Parametrelerinin Genel Değerlendirilmesi.....	58
5. TARTIŞMA.....	63
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR.....	70
TEŞEKKÜR	73
ÖZGEÇMİŞ.....	74

ÖZET**HATAYDAKİ DERİ ENDÜSTRİLERİNİN ATIK SULARININ İNCELENMESİ**

Deri endüstrisi, hem genel anlamda hem de toksik parametreler açısından en önemli kirleticilerden bir tanesidir. Diğer taraftan, deri endüstrisi hem Türkiye’de hem de dünyada ekonomik açıdan önemli role sahiptir. Deri endüstrisinin atık suları sülfür, krom, azot, yağ ve gres, askıda katı madde, BOİ ve KOİ gibi birkaç anahtar parametre ile karakterize edilebilir. Tüm deri işleme işlemleri içerisinde, kromlu tabaklama ve kireçleme işlemleri sonucunda oluşan atık sular en fazla kirlilik yüküne sahip olan atık sulardır. Çünkü, kromlu tabaklama atık suları klorür, amonyak, krom, sülfat gibi inorganik tuzları, kireçleme atık suları ise, sülfür ve yüksek miktarlarda organik kirlilik içermektedir.

Bu çalışmada, Hatay Bölgesinde faaliyet gösteren 15 farklı deri işletmesinden atık su örnekleri alınmıştır. Kireçleme ve kromlu tabaklama işlemlerinden açığa çıkan atık sular kullanılmıştır. Sülfür, krom(III), krom(VI), toplam azot, yağ ve gres, askıda katı madde, organik madde, BOİ, KOİ, pH ve alkalinite TSE’nün belirlediği normlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Kireçleme işleminden elde edilen atık sulara ait ortalama değerler şu şekildedir: pH 11.71; KOİ 16821 mg.L⁻¹; BOİ 4357 mg.L⁻¹; NH₄⁺-N konsantrasyonu 660 mg.L⁻¹; toplam azot konsantrasyonu 4203 mg.L⁻¹; AKM 39023 mg.L⁻¹; yağ ve gres 364 mg.L⁻¹; sülfür konsantrasyonu 802 mg.L⁻¹; alkalinite 2115 mg.L⁻¹. Kromlu tabaklama işleminden elde edilen atık sulara ait ortalama değerler ise: pH 4.23; KOİ 6740 mg.L⁻¹; BOİ 377 mg.L⁻¹; Cr(III) konsantrasyonu 372 mg.L⁻¹; Cr(VI) konsantrasyonu 127 mg.L⁻¹; AKM 14553 mg.L⁻¹; yağ ve gres 343 mg.L⁻¹.

Sonuç olarak, çevreyi, doğal su kaynaklarını ve en sonunda insanların sağlığını ve refahını etkileyen deri endüstrisinin negatif etkilerini azaltmak için daha etkin arıtma yapılması gerekmektedir.

ABSTRACT**INVESTIGATION OF WASTEWATERS OF LEATHER TANNING INDUSTRY IN HATAY**

The leather tanning industry is one of the most significant pollutant in terms of both conventional and toxic parameters. On the other hand, leather industry has an important economic role both in Turkey and in the world. The wastewaters of the leather industry may be characterized by several key parameters such as sulfide, chromium, nitrogen, oil and grease, suspended solids, BOD and COD. The beam-house and tanning processes are the most contaminating: the former mainly because of its high organic load and sulfide content, the latter principally because of inorganic salts of chloride, ammonia, chromium and sulfate.

In this study, wastewater samples were taken from 15 different tanneries in the Hatay Region. Wastewaters obtained from liming process and chromium tanning process were analyzed. Sulfide, chromium (III), chromium (VI), total nitrogen, oil and grease, suspended solids, organic matters, BOD, COD, pH and alkalinity were determined according to TSE.

The determined average values belong to wastewaters obtained from liming process were as following: pH 11.71; COD 16821 mg.L⁻¹; BOD 4357 mg.L⁻¹; NH₄⁺-N concentration 660 mg.L⁻¹; total nitrogen concentration 4203 mg.L⁻¹; TSS 39023 mg.L⁻¹; oil and grease 364 mg.L⁻¹; sulfide concentration 802 mg.L⁻¹; alkalinity 2115 mg.L⁻¹. The determined average values belong to wastewaters obtained from chromium tanning process were also as following: pH 4.23; COD 6740 mg.L⁻¹; BOD 377 mg.L⁻¹; Cr(III) concentration 372 mg.L⁻¹; Cr(VI) concentration 127 mg.L⁻¹; TSS 14553 mg.L⁻¹; oil and grease 343 mg.L⁻¹.

As a result, it's necessary to use more effective treatments in order to reduce the negative impacts of leather tanning industry that affect environment, natural water resources and at last human health and welfare.

2008, 67 pages

Key Words : Leather tanning industry, wastewater, COD, BOD, pollution

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Türkiye’deki Deri İşleme Tesislerinin Durumu.....	3
Çizelge 1.2. Deri İşleme Sanayindeki İşletmelerin Kurulu Ham Deri İşleme Kapasiteleri (Milyon adet ham deri / yıl).....	4
Çizelge 1.3. Deri Endüstrisinde Kullanılan Su Miktarları.....	11
Çizelge 1.4. Deri Endüstrisinde Kullanılan Başlıca Kimyasal Madde ve Miktarları.....	12
Çizelge 1.5. Deri, Deri Mamulleri ve Benzeri Sanayilerin Atık Sularının Alıcı Ortama Deşarj Standartları.....	18
Çizelge 1.6. Bazı Ülkelerin, Deri, Deri Mamulleri ve Benzeri Sanayilerin Atık Sularının Alıcı Ortama Deşarj Standartları.....	19
Çizelge 4.1. 2 Nolu Fabrika için Elde Edilen Değerler.....	58
Çizelge 4.2. Tüm Fabrikalardan Alınan Kromlu Tabaklama Atık Su Örnekleri İçin Gerçekleştirilen Bütün Deneysel Çalışmalara Ait Sonuçlar.....	60
Çizelge 4.3. Tüm Fabrikalardan Alınan Kireçleme Atık Su Örnekleri İçin Gerçekleştirilen Bütün Deneysel Çalışmalara Ait Sonuçlar.....	61
Çizelge 4.4. Elde Edilen Deneysel Verilerin Yurtiçi ve Yurtdışı Literatürlerle Kıyaslanması.....	64

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Deri endüstrisi işleme aşamaları (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2001).....	5
Şekil 1.2. Genelleştirilmiş deri işleme akım şeması üzerinde hammadde ve tüm proses ilişkileri.....	10
Şekil 1.3. Bir spektrofotometrenin temel bileşenleri.....	24
Şekil 1.4. Kalibrasyon doğrusu.....	29
Şekil 4.1. Kromlu Tabaklama Atık Su Örneklerinin pH Değerleri.....	46
Şekil 4.2. Kireçleme Atık Su Örneklerinin pH Değerleri.....	47
Şekil 4.3. Kromlu Tabaklama Atık Su Örneklerinin AKM Değerleri (mg.L ⁻¹).....	48
Şekil 4.4. Kireçleme Atık Su Örneklerinin AKM Değerleri (mg.L ⁻¹).....	48
Şekil 4.5. Kromlu Tabaklama Atık Su Örneklerinin OM Değerleri (mg.L ⁻¹).....	49
Şekil 4.6. Kireçleme Atık Su Örneklerinin OM Değerleri (mg.L ⁻¹).....	49
Şekil 4.7. Kromlu Tabaklama Atık Su Örneklerinin Yağ ve Gres Değerleri (mg.L ⁻¹).....	50
Şekil 4.8. Kireçleme Atık Su Örneklerinin Yağ ve Gres Değerleri (mg.L ⁻¹).....	51
Şekil 4.9. Kireçleme Atık Su Örneklerinin Alkalinite Değerleri (mg.L ⁻¹).....	51
Şekil 4.10 Kromlu Tabaklama Atık Su Örneklerinin Cr(III) Değerleri (mg.L ⁻¹).....	52
Şekil 4.11 Kromlu Tabaklama Atık Su Örneklerinin Cr(VI) Değerleri (mg.L ⁻¹).....	53
Şekil 4.12 Kireçleme Atık Su Örneklerinin Sülfür Değerleri (mg.L ⁻¹).....	54
Şekil 4.13 Kireçleme Atık Su Örneklerinin NH ₄ -N Konsantrasyonları (mg.L ⁻¹).....	55
Şekil 4.14 Kireçleme Atık Su Örneklerinin Toplam Azot Konsantrasyonları (mg.L ⁻¹).....	55
Şekil 4.15 Kromlu Tabaklama Atık Su Örneklerinin KOİ Değerleri (mg.L ⁻¹).....	56
Şekil 4.16 Kireçleme Atık Su Örneklerinin KOİ Değerleri (mg.L ⁻¹).....	56
Şekil 4.17 Kromlu Tabaklama Atık Su Örneklerinin BOİ Değerleri (mg.L ⁻¹).....	57
Şekil 4.18 Kireçleme Atık Su Örneklerinin BOİ Değerleri (mg.L ⁻¹).....	58

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
AKM	Askıda Katı Madde
TKM	Toplam Katı Madde
UV	Ultraviyole Cihazı
OM	Organik Madde
F1 – F15	Fabrika Numaraları

1. GİRİŞ

1. 1. Deri Endüstrisinin Genel Tanımı

Deri endüstrileri; mezbahalardan ve diğer et kesimi yapılan kaynaklardan elde edilen ham derilerin kullanma şekillerine ve mahalli koruma geleneklerine göre yüzülmesi, yağ, et ve diğer yabancı maddelerden temizlenerek bir takım kimyasal işlemler sonucu kullanılır hale getirilip sınıflandırılarak işlenmesinin yapıldığı endüstri kuruluşlarıdır.

Bir başka deyişle, deri işleme endüstrisi, her çeşit ham ve yarı işlenmiş büyükbaş veya küçükbaş hayvan derilerini vidala, yarma, yarma-süet, kürk, napa, küçükbaş vidala, güderi, kösele vb. işlenmiş deri çeşitlerine veya bunların üretimindeki ana ürünlere karşı gelen yarı işlenmiş deriye dönüştüren kuruluşları kapsamaktadır. Bu tesisler üretimlerinde kıl giderme, sepileme ve sepilenmiş derilerin işlenmiş derilere dönüştürüldüğü son işlemlerden bir kısmına veya tamamına yer vermektedir (Toptaş, 1993).

1. 2. Deri Endüstrisinin Hammaddesi

Deri endüstrisinin ana hammaddesi ham deridir. Kullanılan ham deriler küçükbaş (koyun, kuzu, keçi ve oğlak), büyükbaş (sığıır ve manda) derileri olmak üzere iki grupta toplanır. Bunun yanı sıra ne küçükbaş ne de büyükbaş olan (at, katır, deve ve av hayvanları) hayvanların derileri de işlenmektedir. Bazı ülkelerde, domuz derisi de önemli bir hammadde olarak kullanılmaktadır (Artan, 1984).

Ham derinin işlenmesi sonucu ayakkabı ve terlik yapımında kullanılan harçlı kösele, spor malzemesi yapımında kullanılan semikrom kösele, döşemelik yapımında kullanılan vidala, konfeksiyonda kullanılan süet, napa, güderi, kürk-süet üretilmektedir (EPA, 1979).

1. 3. Türkiye'deki Deri Endüstrilerinin Durumu

Deri ürünleri sektörünün ana hammaddesi olan deri, dünyada her zaman en özellikli ürünlerden biri olagelmıştır. Onu farklı kılan, hammaddesinin yani hayvan derisinin özgün yapısı ve işleme sürecidir. Söz konusu derinin giysilik veya ayakkabılık deri yada deri eşyada kullanılabilir bir malzeme haline getirilmesi süreci, uzun, zahmetli ve özen gösterilmesi gereken bir süreçtir.

Ülkemizde geçmişten gelen köklü bir deri işleme geleneği bulunmaktadır. Bu gelenekten yola çıkarak Türkiye, bugün kaliteli deri üretiminde Dünya'nın en iddialı ülkelerinden biri durumundadır. Özellikle küçük baş deri işlemede, Avrupa'da İtalya'nın ardından ikinci, Dünya'da ise İtalya, Çin ve Hindistan'ın ardından dördüncü büyük ülke konumundadır.

Deri işleme sektörü üretilen mamul gruplarına göre farklılıklar göstermektedir. Buna göre, ayakkabı yüzük deri (vidala ve glase) işletmeleri ile elbiselik deri (zig), kürk ve kösele işleyen işletmeler arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır.

Çeşitli bölgelerimize yayılmış bu işletmeler günde 300-400 kg deri işleyenlerden 60.000 kg deri işleyene kadar çeşitli büyüklüklerde olabilmektedirler. Bunlar zanaatkar üretim yapan ufak işletmeler ve endüstriyel üretim yapan kapasitesi yüksek işletmeler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Türkiye genelinde 76 merkezde deri üretimi yapılırken endüstriyel anlamda deri üretimi ve arıtma ünitelerine ilişkin bilgiler Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Türkiye, genel anlamda çok yüksek deri işleme kapasitesine sahiptir. Özellikle Tuzla ve Menemen gibi organize deri sanayi bölgelerinin de devreye girmesiyle Türkiye, deri işleme kapasitesi ikiye katlanmıştır. Önemli merkezlere göre deri işleme kapasiteleri Çizelge 1.2.'de verilmiştir.

Çizelge 1.2.'de yer alan deri işletmelerinde faaliyet türü olarak, vidala, giysilik, astar, kürk-süet ve kösele deri türleri işlenmektedir. Hatay ilimizde bulunan deri işletmelerinde vidala yani ayakkabılık deri imalatı yapılmaktadır (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2001).

Çizelge 1.1. Türkiye’deki Deri İşleme Tesislerinin Durumu (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2001).

Sıra No	İlin Adı	İlçe Adı	Kurulu Tesis Sayısı	Fiili Çalışan Tesis Sayısı	Aritma Tesisi Durumu
1	Bolu	Gerede	120	60	Yok
2	Balıkesir	Merkez	5	5	Yok
		Gönen	60	30	Yok
3	Bursa	Merkez	80	50	Yok
		Mustafa Kemal Paşa	30	20	Yok
4	Çanakkale	Biga	48	-	Var
		Ezine	8	5	Yok
5	Denizli	Merkez	60	30	Yok
6	Gaziantep	Merkez	20	15	Yok
7	Hatay	Merkez	40	30	Yok
8	Isparta	Merkez	50	40	Yok
		Yalvaç	40	30	Yok
9	İstanbul	Tuzla	150	70	Var
10	İzmir	Menemen	100	40	Var
		Torbalı	4	3	Var
11	Kayseri	Develi	1	-	Var
12	Manisa	Merkez	40	20	Yok
		Kula	40	10	Yok
13	Niğde	Bor	60	40	Yok
14	Sakarya	Merkez	6	-	Yok
15	Tekirdağ	Çorlu	100	60	Var
16	Uşak	Merkez	300	50	Yok
17	Münferit fabrikalar	-	10	10	Yok
Toplam			1372	618	

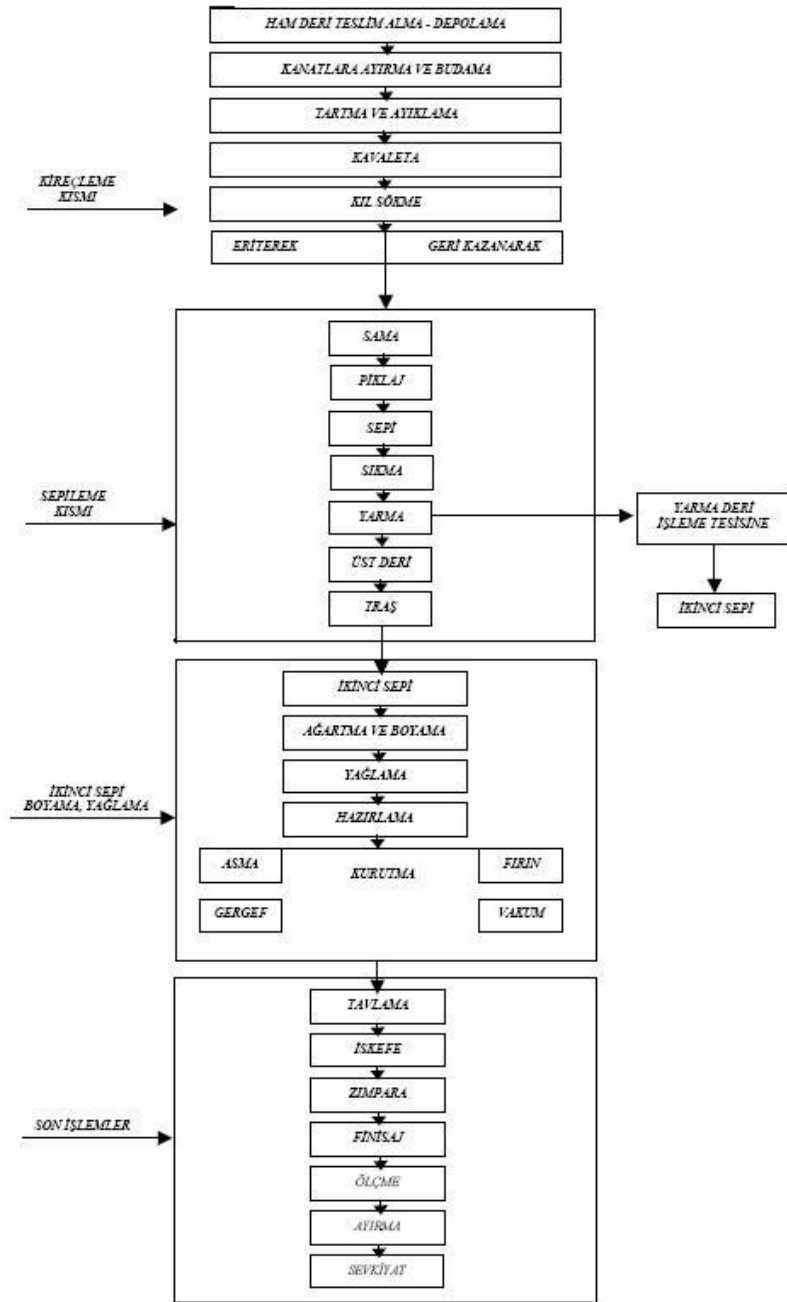
Çizelge 1.2. Deri İşleme Sanayindeki İşletmelerin Kurulu Ham Deri İşleme Kapasiteleri (Milyon adet ham deri / yıl) (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı 2001).

İller ve İlçeler	Vidala	Giysilik	Astar	Kürk-Süet	Kösele
İstanbul -Tuzla	4.20	10.50	2.50	8.00	0.08
Tekirdağ - Çorlu	1.20	5.00	0.50	20.00	
Bursa	0.90	0.50	0.30	3.40	
Bursa - Mustafa Kemal Paşa		2.00		1.00	
Çanakkale-Ezine		3.00			
Balıkesir					0.02
Balıkesir-Gönen	0.05	0.50		3.00	
Bolu-Gerede	0.90				
İzmir-Torbalı	1.00		1.50		0.20
İzmir-Menemen	0.05	30.00	1.20	15.00	
Uşak		15.00	0.03	2.50	
Manisa	0.01	3.00		1.10	
Manisa-Kula		4.00	0.50	1.00	
Isparta	0.01	0.10	0.01		
Isparta-Yalvaç		0.05	1.00		
Denizli			0.30		0.70
Niğde-Bor	0.20				
Hatay-Antakya	0.10				
Gaziantep	0.05				
Münferit Fabrikalar	0.50	1.50	1.00	1.00	0.30

1. 4. Üretimde Yer Alan Aşama ve İşlemler

Ham derinin işlenmesi, deriye sudan etkilenmeyen mikroorganizmaların tesiri ile çürüyüp kokmayan ve kullanma amacına göre istenilen çeşitli özelliklerin kazandırılmasının sağlanmasıdır. Deri işlendikten sonra yumuşak, esnek, elastik, sağlam ve kullanım yerlerine göre çeşitli renk, kalınlık ve vasıfta deri elde edilmektedir (Şengörür, 1984).

Deri endüstrisinde ham deri, çeşitli işlemler sonucunda kullanıma elverişli hale getirilmektedir. Mamul deri haline gelene kadar uygulanan işlemler sırasıyla; kireçleme, tabaklama, boyama ve yağlama ve bitirme işlemleridir. Genel işleme akım şeması Şekil 1.1'de gösterilmiştir (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2001).



Şekil 1.1. Deri endüstrisi işleme aşamaları (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2001)

1.4.1. Kireçleme İşlemleri

Kireçleme işlemleri, derilerin işletmeye gelmesinden başlayarak, derilerin tasnifi, kanatlara ayırma ve budama, ıslatma ve yıkama, kavaleta ve kıl giderme, kireç giderme uygulamalarını kapsamaktadır. Kireçleme deri kalitesi üzerinde çok etkili olan hassas bir işlemdir. Uygun olmayan kireçleme metotları nedeniyle meydana gelen hatalar daha sonraki işlemlerde tamamen giderilememektedir (Toptaş, 1993).

1.4.1.1. Kanatlara Ayırma ve Budama

Tesise tuzlu olarak gelen büyükbaş hayvan derilerinin baş derileri ve işe yaramayan kısımları budanarak ayrılmaktadır. Daha sonra derinin kolay işlenmesi için deri bel kemiği boyunca kesilerek iki kanada bölünmektedir (Artan, 1984).

1.4.1.2. Islatma ve Yıkama İşlemi

Üretime gelen ham deri tuzlu, kirli ve nemini kaybetmiş halde bulunmaktadır. Islatma ve yıkama işlemlerinde derinin kaybetmiş olduğu suyun ve nemin geri kazandırılması sağlanmaktadır. İşlemenin ilk adımı olan bu işlemde deri, havuz, pervane veya dolaplarda 6-24 saat su içerisinde tutularak kurutma sırasında kaybettikleri nemi yeniden kazanmaları sağlanmaktadır (EPA, 1979). Deriler su absorplayarak yumuşatılmakta ve temizlenmektedir. Daha sonra yapılan yıkama ile toprak, kan, tuz, pislik ve lifli yapıda olmayan proteinler giderilmektedir. Bu işlem sırasında deriyi koruyan tuz uzaklaştırıldığından bakteriyel aktiviteyi önlemek için de bakterisit kullanılmaktadır (Artan, 1984; Tünay, 1996).

1.4.1.3. Kavaleta ve Kıl Giderme İşlemi

Derilerin iç yüzündeki fazla yağ ve et tabakalarının elde kavaleta bıçakları ile veya döner spiral bıçakların bulunduğu kavaleta makineleri ile giderilmesi işlemidir. Bu şekilde temizleme işlemi yapılırken kopan parçalar devamlı olarak akan temiz su ile uzaklaştırılmakta ya da değerlendirilmektedir (Artan, 1984). Derinin üzerindeki kılların giderilmesi için, kılı ve kıl köklerini tahrip eden, üst deriyi gevşeten ve çözünür deri proteinlerini gideren, kalsiyum hidroksit (kireç), sodyum sülfür (zırnık) ve prosesi hızlandırmak için dimetil amin gibi kimyasallar kullanılmaktadır. Prosesin hızı kimyasal maddelerin konsantrasyonlarına, sıcaklığa ve karıştırmaya bağlıdır. En yaygın

olarak kullanılan yöntem, kireçle gevşetilen kılların makineli bıçaklarla sökülerek giderilmesi ve sürekli akan suyla uzaklaştırılması yöntemidir.

1.4.1.4. Kireç Giderme İşlemi

Kıl gidermede kullanılan alkali kimyasal maddelerin sepilemeden önce deriden uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla amonyum sülfat, amonyum klorür gibi tuzlar kullanılmaktadır. Bu tuzlar kalıntı kireci çözünür hale getirip daha sonraki yıkama işlemi ile uzaklaştırmakla birlikte derinin pH'ını sama prosesi için uygun hale getirmektedir. Bu durum deride oluşabilecek alkali şişmeyi azaltmaktadır. Kireç giderme işlemi 1,5-2 saat süreyle gerçekleştirilmektedir (Artan, 1984).

1.4.2. Tabaklama İşlemleri

Tabaklama işlemlerinde; deri içerisinde bulunan kalojen protein elyafı ve kıl diplerinin deriden uzaklaştırılması, derinin alkali şişmesinin önlenmesi, asidik ortam oluşturularak derinin incelmesinin sağlanması, deri iç gözeneklerinin açılması, derinin şişmesinin sağlanması, çürüme, sürtünme, kimyasal direnç, ısı direnci, esneklik ve ıslanıp kurumaya karşı dayanıklılık gibi özelliklerin kazandırılması gerçekleştirilmektedir. Tabaklama işlemleri, sama işlemi, piklaj (salamura) işlemi, birinci sepileme (kromlama) işlemi, sıkma, yarma, traşlama işlemleri, ikinci sepileme (retenaj) işlemlerini kapsamaktadır (Artan, 1984).

1.4.2.1. Sama İşlemi

Sama prosesinde tripsin gibi proteolitik enzimler kullanılmaktadır. Bu doğal katalizörler amino asit zincirlerini birbirine bağlayan peptid bağlarını hidrolize uğratarak kalojen protein elyafın ayrılmasını kolaylaştırmaktadır. Bu proses ile ayrıca kıl kökleri ve pigmentler gibi istenmeyen kalıntıların bir çoğu da giderilmektedir. Modern deri işletmeciliğinde kireç giderme ve sama çoğu zaman tek bir adımda gerçekleştirilmektedir. Sama prosesi, işlenen deri ve diğer etkenlere bağlı olarak birkaç saatten bir güne kadar sürebilmektedir. Süre tamamlandığında gevşemiş ya da çözülmüş maddelerin giderilmesi için deriler yıkanmaktadır. Bu adımda derinin kayganlığı, pürüzsüzlüğü ve gözenekliliği artırılmış, kırıksıklıkları giderilmiş olmaktadır (Artan, 1984).

1.4.2.2. Piklaj (Salamura) İşlemi

Piklaj, asit ortam yaratılarak derinin sepiye hazırlanması işlemidir. Bu işlemde asit ortam oluşturmak için sülfürik asit, formik asit, asetik asit gibi asitler kullanılmaktadır. Asidin deriyi aşırı şişirmesini önlemek için de sodyum klorür ve sodyum sülfat kullanılmaktadır. Piklaj işlemi genellikle dolaplarda yürütülmekle birlikte mikser de kullanılmaktadır. Bu proses sırasında derinin hafif şişmesi kolojen protein elyafının ayrılmasını sağlayarak sepinin deriye daha iyi işlemesine zemin hazırlamaktadır (Artan, 1984; Genceli, 1997).

1.4.2.3. Birinci Sepileme (Kromlama) İşlemi

Doğal ve sentetik kimyasallar yardımı ile kolojen yapıyı ayrıştırmaya, çürümeye uğramayan kararlı bir ürün haline getirme işlemine sepileme adı verilmektedir. Proses, malzemenin boyut stabilitesi, sürtünmeye, aşınmaya direnci, kimyasal direnci, esnekliği, ıslanıp kurumaya dayanıklılığı gibi mekanik özelliklerini de iyileştirmektedir. Kullanılan başlıca sepileme maddeleri; krom (III) tuzları, bitkisel sepi maddeleri ve sentetik sepileyicilerdir. Sentetik sepileyici olarak da genellikle akrilik esaslı maddeler kullanılmaktadır (Artan, 1984).

1.4.2.4. Sıkma, Yarma, Traşlama İşlemleri

Sepileme işlemi sonunda deri ve su dolaptan boşaltılmaktadır. Derileri yarma işlemine tabi tutmak için deri bünyesinde bulunan sular sıkma makinesinden geçirilerek suyu giderilmektedir. Böylece derinin kokuşması engellenmiş olmaktadır (Şengörür, 1984). Daha sonra, deri üniform bir kalınlığa getirilmek üzere yarma makinesine verilmektedir. Deri yeterince kalınsa bu işlem sonucunda ayrılan ve yarma deri olarak adlandırılan iç kısım süet vb. türde işlenmiş deri yapımında kullanılmaktadır. Yarma sonrası asıl deride kalan, yarma bıçağının alamadığı kısımlar traşlama işlemiyle giderilmektedir. Traşlama bıçağıyla deriyi istenilen kalınlığa getirmek mümkündür. Traşlama sonrası kalan atıklar krom talaşı olarak adlandırılmaktadır (Artan, 1984).

1.4.2.5. İkinci Sepileme (Retenaj) İşlemleri

Derinin kalitesini arttırmak için ikinci sepileme işlemi yapılmaktadır. Birinci sepileme işlemi ile her ne kadar kolojen lifleri arasında stabil bağlar oluşturulursa da, ikinci sepileme işlemiyle yeterli büyüklükteki krom kompleksleri ile tamamen

doldurulmuş bir yapı oluşturulmaktadır. Böylece, deriler daha fazla dolgunluk ve yumuşaklık kazanmaktadır (Artan, 1984; Genceli, 1997).

1.4.3. Boyama ve Yağlama İşlemleri

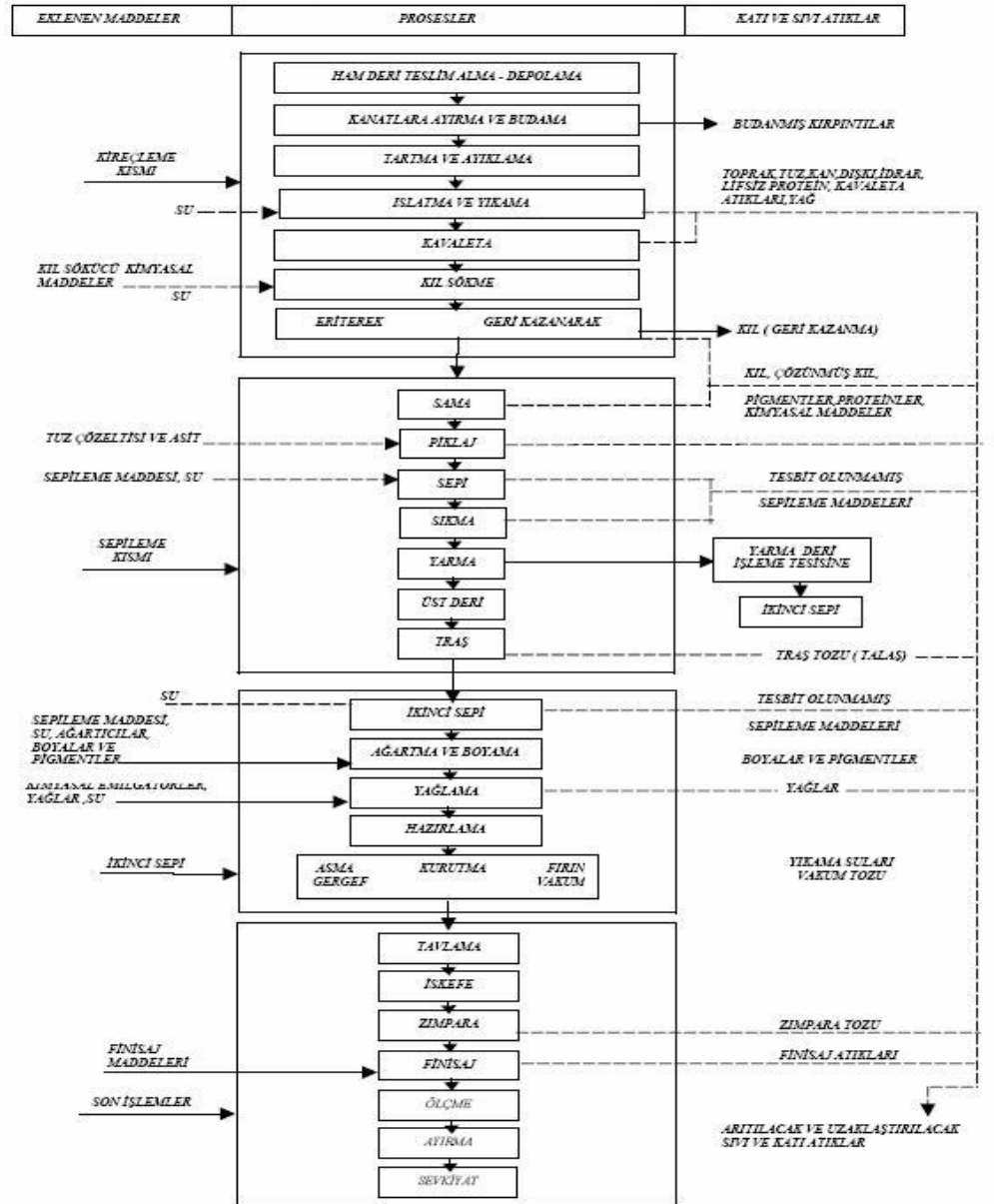
Boyama son derece değişken bir prosestir. Sentetik ve bitkisel bazlı yüzlerce çeşit boya bulunmaktadır. Sentetik boyaların daha çok kullanıldığı deri sanayinde, derinin boyayı içine alması için asit kullanılmaktadır. Bu işlem basamağında derilerin istenilen renklere boyanması ve deri gözeneklerinin dolgu maddesi ile doldurulmasının yanı sıra, deriye yumuşaklık, esneklik ve dayanıklılık gibi özellikler de kazandırılmaktadır.

Yağlama işleminde ise, boyamada kullanılan boyaların yerine sülfolanmış, sülfatlanmış, sülfetlenmiş veya oksitlenmiş bitkisel yağ, hayvansal yağ çözeltisi kullanılmaktadır. Sözü edilen bu maddeler, derinin kaybettiği doğal yağın yerini alarak deriye yumuşaklık, esneklik ve yırtılmaya karşı dayanıklılık vermektedir (Artan, 1984).

1.4.4. Bitirme İşlemleri

Bu işlemler, deriye çeşitli mekanik özellikler kazandırmak amacıyla uygulanan kurutma, tavlama, iskefe, gergef, budama ve finisaj gibi işlemlerdir. Kurutma işlemi, açık havada ya da fırınlarda gerçekleştirilmektedir. Tavlama işlemi, birçok işleme tabi tutulmasına rağmen halen sert olan deriye, kaybettiği nemi tekrar kazandırmak için yapılmaktadır. İskefe işlemi ile deriler bir makinede mekanik olarak yumuşatılmaktadır. Yumuşatılmış deriler gergefler aracılığıyla dört taraflarından gerilmektedirler. Derilerin kenarlarında kalan işe yaramayacak küçük parçalar budanmaktadır. Su ve çözücü bazlı maddeler kullanılarak deriye parlaklık ve yalıtkanlık özelliklerini kazandırmak için püskürtülerek ya da sürülerek finisaj (cilalama) işlemi yapılmaktadır. Cilalanan deriler tekrar kurutularak ölçülmekte ve paketlenip sevk edilmektedir (Şengörür, 1984).

Genelleştirilmiş deri işleme akım şeması üzerinde hammadde ve tüm proses ilişkileri Şekil 1.2.'de verilmiştir (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2001).



Şekil 1.2. Genelleştirilmiş deri işleme akım şeması üzerinde hammadde ve tüm proses ilişkileri

1.5. Deri Endüstrisinde Kullanılan Su ve Kimyasal Maddeler

Deri endüstrisinde kullanılan suların tamamı atık suya dönüşmektedir. Üretim sırasında bitirme işlemlerine kadar çok fazla miktarda su kullanılmaktadır.

Hatay ili Güzelburç Beldesinde faaliyet gösteren deri işletmelerinden alınan bilgilere göre 1000 kg ham derinin işlenebilmesi için gerekli olan su miktarları ayrıntılı olarak Çizelge 1.3.'de verilmiştir.

Çizelge 1.3. Deri Endüstrisinde Kullanılan Su Miktarları

Proses İşlemleri	Uygulanan İşlemler	Su Miktarı (L/1000kg)
Islatma/yıkama	I. Yıkama	1500
	II. Yıkama	2000
	Durulama	500
Toplam		4000
Kireçleme	I. Kireçleme	1000
	II. Kireçleme	1000
Toplam		2000
Kavaleta	Durulama	1000
Toplam		1000
Kireç Giderme	I. Yıkama	1000
	II. Yıkama	1000
	Sama	700
	I. Yıkama	1000
	II. Yıkama	1000
Toplam		4700
Piklaj (Salamura)	Salamura	1000
	I. Yıkama	1000
	II. Yıkama	100
Toplam		2100
II. Sepileme	Sepileme	500
	I. Yıkama	1000
	II. Yıkama	1000
Toplam		2500
Boyama ve Yağlama	Boyama	500
	Çözelti Suyu	250
	Soğutma Suyu	500
Toplam		1250
Fabrika Yıkama	Yıkama ve Kullanma Suyu	2000
Toplam		2000
Genel Toplam		19550

Deri işletmelerinde imalatı yapılacak olan 1000 kg ham deri için kullanılan başlıca kimyasal maddeler ve miktarları Çizelge 1.4.'de verilmiştir.

Çizelge 1.4. Deri Endüstrisinde Kullanılan Başlıca Kimyasal Madde ve Miktarları

Kimyasal Adı	Kimyasal Formülü	Kullanıldığı Proses	Miktarı (kg)
Sodyum Sülfür (Zırnık)	Na ₂ S	Kireçleme	10-30
Kalsiyum Hidroksit (Kireç)	Ca(OH) ₂	Kireçleme	25-40
Amonyum Sülfat (Gübre)	(NH ₄) ₂ SO ₄	Sama	5-20
Sülfürik Asit	H ₂ SO ₄	Piklaj	5-15
Formik Asit	HCOOH	Piklaj	5-10
Okzalik Asit	H ₂ C ₂ O ₄	Ağartma	2-3
Sodyum Asetat	NaCH ₃ COO	Sepileme	5
Sodyum Bikarbonat (Soda)	NaHCO ₃	Sepileme	5-15
Sodyum Sülfhidrat	NaHS	Kireçleme	10-15
Sodyum Format	HCOONa	Piklaj	5
Sodyum Klorür (Tuz)	NaCl	Piklaj	50-100
Magnezyum Oksit	MgO	Sepileme	3-4
Krom (III) Sülfat	Cr ₂ (SO ₄) ₃	Sepileme	80-120
Dolgu Maddeleri	Mimoza	Yağlama	8-10
	Relugan RE	Yağlama	8-10
	Valeks	Yağlama	8-10
Dolap Boyası	Asidik Boya	Boyama	4
	Bazik Boya	Boyama	4
	Metalik Boya	Boyama	4
Yağlama Maddeleri	Sentetik Yağlar	Yağlama	10-20
	Sülfite Yağlar	Yağlama	10-20
	Sülfate Yağlar	Yağlama	10-20
	Sülfone Yağlar	Yağlama	10-20

1.6. Deri Endüstrisinde Oluşan Atık Türleri

1.6.1. Katı Atıklar

Çevreyi kirleten endüstri kuruluşlarının başında gelen deri endüstrisi, su kirliliğinin yanında katı atık olarak da kirletici özelliğe sahiptir. Ön arıtma ya da arıtma

sistemi olan deri işleme tesislerinde aşağıdaki katı atıkların bir kısmı ya da tamamı meydana gelmektedir.

- a. Ham Deri Kırpıntıları,
- b. Kıllar,
- c. Kavaleta Atıkları,
- d. Mamul Deri Atıkları,
- e. Finisaj Maddeleri Kalıntıları,
- f. Zımpara Tozu,
- g. Sepilenmiş Deri Kırpıntı ve Talaşları,
- h. Atık Su Arıtma Çamurları,
- i. Genel Tesis Atıkları.

Katı atıkların sıvı atıklardan ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrı değerlendirilen katı atıklar hem ekonomiye kazandırılabilen, hem de arıtılacak atık suyun kirlilik yükünü azaltabilmektedir.

Çeşitli işlemlerde ortaya çıkan deri parçaları ve etler, kireç giderme sonrası ayrılarak ahır gübreleri ile beraber karıştırılıp gübre olarak kullanılabilir. Ayrıca, tutkal ve jelatin endüstrisinde de kullanılmaktadırlar. Tabaklama sonunda oluşan yarma deri parçaları ve kırpıntılar da, suni deri imalatında kullanılabilir (Şengörür, 1984).

1.6.2. Sıvı Atıklar

Sıvı atıklar derinin yaş işlemleri sırasında kullanılan su, yardımcı kimyasal maddeler, deriden uzaklaşan kopmuş lifler, erimiş proteinler ve yağ içeren atıklardır. Bunlar hacim olarak çok fazladır ve değerlendirilebilme şansları da azdır (Toptaş, 1993).

Bu kullanılmış sular küçük deri parçaları, çözülmüş proteinler, kıllar, kan, kir, çok miktarda kireç, sodyum sülfat, sodyum hidroksit, krom bileşikler, sodyum sülfür, nötral tuzlar, protein, şeker, nişasta ayrışma ürünleri, gliserinler, boya maddeleri ve pigmentler gibi maddeleri içermektedirler. Bu maddeler kullanılmış suda çözülmüş, koloidal ve süspansiyon halde bulunmaktadır. Ayrıca deri sanayi atık suları hidrojen

sülfür kokusuna benzer koku yaymaktadırlar. Bu sular mikrobiyolojik bakımdan çeşitli patojenik mikroorganizmaları içermektedirler (Kalender, 1981; Göknil, 1975).

Geleneksel yöntemler ile derilerin işlenmesinde 1 kg deri için, 80-100 kg civarında su kullanılmaktadır. Su tüketimi her proste değişim göstermektedir. Bitkisel tabaklayıcı maddelerin kullanılması halinde, krom gibi tabaklayıcı maddelere göre daha az su tüketilmektedir.

Islatma ve yumuşatma işlemlerinden çıkan sular; bazı protein atıklarını, kan ve benzeri organik kirlilikleri, kıl, yün ve toprak gibi bazı maddeleri içermektedir. Atık suyun en önemli özelliği çok tuzlu ve hafif alkali özellik göstermesidir.

Kıl giderme işleminde, sodyum sülfür ve sodyum hidroksit birlikte kullanılmaktadır. Kıl giderme işleminden çıkan atıklar genellikle geri kullanılmakta veya alıcı ortamlara boşaltılmaktadır.

Kireçleme işlemi sonucunda oluşan atık sular alkali karakterde olup pH'ı 9-10 civarındadır. Bu atık sular, sülfür bileşikleri içerdiklerinden alıcı ortamda oksijen tüketimine ve pH'a bağlı olarak da hidrojen sülfür gazının çıkmasına neden olmaktadır.

Kireç giderme ve sama prosesinden çıkan atık sularda proteinler, amonyum tuzları, inorganik asitler, organik asitler, sodyum sülfür, albüminler ve enzimler bulunmaktadır.

Pikle işlemi sonucunda oluşan atık sularda, çözünmüş halde tuz ve asit bulunmaktadır. Bu atık suların pH'ı 3-4 civarında olup asidik özelliktedir.

Tabaklama işleminde kimyasal ya da bitkisel tabaklayıcı maddeler kullanılmaktadır. Tabaklamada en yaygın olarak kullanılan madde ise, krom tuzlarıdır. Bu işlem sonucunda oluşan atık sularda krom bileşikleri bulunmakta ve asidik özellik taşımaktadır.

Derilerin imalinde en son kademe olarak bitirme işlemleri uygulanmakta ve bunlara ait atık sular yağ bileşikleri ve boya atıkları içermektedir.

Deri atık sularının özellikleri, endüstride kullanılan teknolojiye, işlem kademelerine ve endüstride kullanılan kimyasal maddelere göre farklılık göstermektedir (Downing, 1981).

1.7. Deri Endüstrisi Atık Sularının Çevreye Etkileri

Deri endüstrisi atık sularında temel kirletici parametreler, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) (atık suda bulunan organik maddelerin biyolojik olarak yani mikroorganizmalarla parçalanması için gerekli olan oksijen miktarı), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (atık suda bulunan maddelerin tamamen parçalanarak zararsız hale getirilmesi için kimyasal reaksiyonlarla sarf edilen oksijen miktarı), askıda katı madde (AKM), organik maddeler (OM), yağ-gres, pH, sülfür, azot ve kromdur.

Atık sulardaki BOİ, akarsu, göl, deniz gibi yüzey sularında çözülmüş durumda bulunan oksijeni azaltarak suda yaşayan canlıları etkilemektedir. BOİ'dan dolayı oksijen konsantrasyonunun düşmesiyle sudaki aerobik hayat tamamıyla tükendiğinde anaerobik ayrışma başlamakta ve metan, hidrojen sülfür gibi istenmeyen ayrışma ürünleri meydana gelmektedir.

Organik maddeler ve sülfür bileşikleri, çözültide ve çamurda, kimyasal ve biyokimyasal oksidasyon işlemleri sonucunda, büyük bir oksijen tüketimine neden olmakta ve alıcı suyun çözülmüş oksijen konsantrasyonunu azaltmaktadırlar. Sudaki ve çamurdaki kirleticilerin ayrışması sonucunda kötü tat ve koku oluşmakta, suyun kalitesi kötüleşmektedir.

Atık sulardaki sülfür iyonları, pH < 7'de H₂S, pH > 7'de ise, HS⁻ halinde bulunmaktadır. Hidrojen sülfür, bakterilerin etkisiyle sülfürik aside oksitlenmektedir. Sülfürik asit kanalizasyon ve arıtma tesislerindeki betonların üzerinde aşırı derece etki yapmaktadır. Ayrıca zehirli bir gaz olan hidrojen sülfür, atmosfere de yayılmakta kanalizasyonlarda ve arıtma sistemlerinde çalışan personeller için de hayati tehlike oluşturmaktadır.

Atıklardaki toksik krom bileşikleri, balıkların ve diğer sucul canlıların yaşamına ters etki yapmaktadırlar. Krom (VI) bileşiklerinin yüksek konsantrasyonları, canlılarda toksik etki yaparak onları öldürebilmektedir. Krom (VI), insan sağlığı için de tehlikelidir. Teneffüs edilmesi veya çeşitli yollarla vücuda girmesi ciğerlerde ve deride aşırı hassasiyetlere yol açmakta ve yüksek dozlarda bağırsakları tahrip etmekte, böbrek bozukluklarına sebep olmaktadır.

İşlenmesi sırasında ham deriden ayrılan parçalardan oluşan askıda katı maddeler alıcı ortamlarda önemli olumsuz etkilere ve atık su arıtma tesislerinde birikme, tıkanma vb. sorunlara yol açmaktadırlar.

Toplam süspansiyon maddelerin inorganik olanları genellikle kum, kireç; organik olanları ise yağ, katran, hayvani ve bitkisel yağlar, deri talaşı, kıl gibi maddelerdir. Bunlar kolay çökerek dipte organik ve inorganik madde içerikli bir çamur tabakası oluşturmaktadırlar. Bu çamur tabakası, oksijen azalmasına yol açtığı gibi balıkların besin aradıkları dip yüzeyi de örterek yararsız hale getirmektedirler (Toptaş, 1993).

1.8. Endüstriyel Atık Suların Boşaltım İlkeleri

Atık su, kullanılarak özellikleri (fiziksel ve kimyasal) değiştirilmiş su olarak tanımlanmaktadır.

Atık suların içinde bulunan maddeler kanun ve yönetmeliklerle tespit edilmiş bulunan cins ve miktarlara (konsantrasyon) uygun ise doğrudan kanalizasyona verilebilir, aksi takdirde atık suların arıtma ile istenilen özelliklere getirilmesi gerekmektedir.

2872 sayılı Çevre Kanunu'na bağlı olarak çıkartılan, 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre kanalizasyon sistemine boşaltım esasları ve alıcı su ortamına doğrudan boşaltım esasları aşağıda açıklanmıştır (Resmi gazete).

1.8.1. Kanalizasyon Sistemine Boşaltım Esasları

Kanalizasyon sistemi bulunan yerlerde her türlü atık suların kanalizasyon şebekesine bağlanması gerekmektedir. Bir endüstriyel atık suyun kanalizasyon sistemine doğrudan bağlanabilmesi için, kanalizasyon sisteminin yapısına ve çalışmasına zarar verip engel olmaması, çalışan personel ve civar halkı için sağlık sakıncası yaratmaması, kanalizasyon sisteminin bağlandığı arıtma tesisinin çalışmasını ve verimini olumsuz yönde etkilememesi, klasik bir biyolojik arıtma tesisinde arıtılmayacak maddeler içermemesi, atık su arıtma tesisinde oluşacak çamur ve benzeri

artıkların uzaklaştırılmasını zorlaştırmaması ve çevre kirlenmelerine yol açacak nitelik kazandırmaması gerekmektedir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2004).

1.8.2. Alıcı Su Ortamına Doğrudan Boşaltım Esasları

- Atık su altyapı tesisi bulunan yörelerde endüstri kuruluşları kanalizasyon sistemine bağlantı esaslarına uyulmak şartıyla, atık sularını kentsel kanalizasyon sistemine deşarj edebilmektedirler. Kent dışında kalan ve doğrudan alıcı ortama deşarj yapan atık su kaynakları için münferit veya ortak arıtma tesisleri yapılarak bunların atık sularının arıtılması gerekmektedir. Kent içinde veya dışında bulunan ve benzer nitelikte atık su üreten endüstriler için ortak atık su altyapı tesisi kurularak, ortak arıtma imkanları değerlendirilebilmektedir.
- Deşarj standartlarının sağlanması amacıyla, atık suların yağmur suları, soğutma suları, az kirli yıkama suları ve buna benzer az kirli sularla seyreltilmesi kesinlikle yasaktır.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği “Suda Tehlikeli ve Zararlı Maddeler” tebliğinde yer alan maddelerin atık sularda bulunması ve alıcı ortamlara deşarjları için, bu tebliğde öngörülen şartlar ve sınır değerler geçerli olmaktadır.
- Her türlü katı atık ve artıklarla, arıtma çamurları ve fosseptik çamurlarının alıcı su ortamlarına boşaltılmaları yasaktır.
- Gerçek veya tüzel kişiler, faaliyet türlerine göre, alıcı su ortamlarına verdikleri atık sular için, bu yönetmelikte verilen deşarj standartlarını sağlamakla yükümlüdürler.
- Aynı sanayi kuruluşu içinde birden fazla sektörün bulunması ya da aynı sektörün alt sektörlerinin bulunması halinde, endüstriyel nitelikli atık su debisi en yüksek olan sektörün alıcı ortama deşarj standartlarını içeren parametreler esas alınmaktadır.
- Sanayi kuruluşlarının endüstriyel nitelikli atık suları, bu kuruluşu ait evsel nitelikli atık sularla birlikte arıtılıyorsa; evsel nitelikli atık suyun miktarına bakılmaksızın, ilgili sanayi kuruluşu için verilen deşarj standartları uygulanmaktadır (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2004).

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre, deri, deri mamulleri ve benzeri sanayilerin atık sularının alıcı ortama deşarj standartları Çizelge 1.5.'de, bazı ülkelerin deşarj standartları ise, Çizelge 1.6.'da verilmiştir (Saydam, 1998).

Çizelge 1.5. Deri, Deri Mamulleri ve Benzeri Sanayilerin Atık Sularının Alıcı Ortama Deşarj Standartları

Parametre	Birim	Kompozit Numune (2 saatlik)	Kompozit Numune (24 saatlik)
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	(mg / L)	300	200
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı	(mg / L)	150	100
Askıda Katı Madde	(mg / L)	125	-
Toplam Kjeldahl Azotu	(mg / L)	20	15
Yağ ve Gres	(mg / L)	30	20
Sülfür (S ⁻²)	(mg / L)	2	1
Krom (Cr ⁺⁶)	(mg / L)	0.5	0.3
Toplam Krom	(mg / L)	3	2
Balık Biyodeneyi	-	4	4
pH	-	6-9	6-9

Çizelge 1.6. Bazı Ülkelerin, Deri, Deri Mamulleri ve Benzeri Sanayilerin Atık Sularının Alıcı Ortama Deşarj Standartları

Ülkeler	BOİ	KOİ	S	Cr(VI)	Toplam Krom	Yağ-Gres
Arjantin	50	200	-	-	0.50	100
Avustralya	40	-	0.60	-	0.30	-
Avusturya	30	200	0.30	-	1.0	20
Çin	150	300	2.0	-	1.50	-
Danimarka	-	-	0.30	-	0.20	5.0
İngiltere	30	-	0.50	0.10	2.0	-
Fransa	50	125	0.35	0.10	-	-
Almanya	-	250	-	-	1.0	-
Yunanistan	40	150	0.50	0.50	2.50	20
Macaristan	-	150	-	1	-	50
İtalya	40	250	0.80	0.20	2.0	20
Japonya	160	160	2.0	-	2.0	30
Hollanda	5	-	0.80	-	0.05	-
İspanya	300	150	2.0	-	1.0	10
İsviçre	20	-	0.2	0.10	2.0	20
Türkiye	150	250	2.0	0.5	3.0	30
Amerika	50	-	0.60	-	1.0	-

1.9. Deri Endüstrisi Atıklarının Azaltılması Amacıyla Alınabilecek Tesis İçi

Önlemler

Deri işleme tesislerinde geri kazanma üniteleri kurularak kirliliklerin azaltılması ve bu arada maddelerin geri kazanılması son derece önemlidir.

1.9.1. Tuz Kullanımında Alınabilecek Önlemler

Fazla tuzlu deriler, tuzları silkelendikten sonra yumuşatma işlemine alınabilir. Kesimlerin yapıldığı kesimhanelerde deriler piklaj işlemine kadar işlenebilir. Böylece yıkama suyuna geçen kirlilikler azaltılmış olur.

1.9.2. Yıkama ve Yumuşatma Aşamasında Alınabilecek Önlemler

Yıkama ve yumuşatma aşamasında 1 kg deri için 1,5-1,6 oranında su kullanılmaktadır. Bu da çevreye büyük miktarda kirlilik yükü getirmektedir. Önlem olarak kullanılan su miktarı azaltılabilir.

1.9.3. Kıl Giderme ve Kireçlik Aşamasında Alınabilecek Önlemler

Kireç oldukça ucuz, kolay bulunabilen bir zayıf alkali olduğundan çok fazla kullanılmaktadır. Çalkalama ve mekanik hareketin olmadığı sistemlerde daha fazla kireç kullanılmaktadır. Karıştırıcı sistemlerde kirecin çözünmesi daha iyi sağlandığından fazla kireç kullanımına ihtiyaç kalmamaktadır. Kireçle birlikte zırnık kullanılarak kılların tamamen erimesi sağlanabilir ve böylece kılların atık suya karışması engellenebilir. Ancak zırnık kullanımı ile azot ve kükürt oluşumu söz konusudur. Atık sular bekletme havuzlarında havalandırılarak azot ve kükürt ortamdan uzaklaştırılabilir.

1.9.4. Yıkama ve Çalkalama İşleminde Alınabilecek Önlemler

Sama, yağ giderme ve boyama işlemlerinde oluşan erir maddeleri uzaklaştırmak için yıkama ve çalkalama işlemlerini açık dolaplarda akar su ile yapmak yerine kapalı dolaplarda yaparak %70-75 oranında su tasarrufu sağlanabilir.

1.9.5. Atık Kromun Azaltılması İçin Alınabilecek Önlemler

Atık krom sıvısı piklaj ve retenaj işlemlerinde kullanılabilir. Krom çözeltilerini kendileri hazırlayan işletmelerde oluşan atık krom sıvısı filtre edilerek bu çözeltilerin hazırlanmasında kullanılabilir. Atık krom sıvısı tazelenerek (eksilen sıvı kadar asit, tuz, maskeleyici maddesi eklenerek) tekrar tekrar kullanılabilir (Toptaş, 1993).

1.10. Deri Sanayi Atık Sularının Arıtımında Kullanılan Yöntemler

1.10.1. Kromun Uzaklaştırılması

Dikromattaki +6 değerlikli krom düşük konsantrasyonlarda bile olsa biyolojik proseslerde toksik etkiye neden olmaktadır. +3 değerlikli krom +6 değerlikli krom kadar toksik olmasa da yinede ortamda bulunması istenmemektedir. +3 değerlikli krom kireç ilavesiyle çözeltinin pH'ı 8-10 arasına getirilerek krom hidroksitin çöktürülmesiyle uzaklaştırılabilir. +6 değerlikli krom çöktürülemez. Bu nedenle öncelikle +3 değerlikli kroma indirgenmesi gerekir. Bu indirgenme sodyum bisülfid, bisülfat, metabisülfid veya sülfürik asit ilavesiyle yapılabilir.

1.10.2. Mekanik Arıtma

Izgara ve elekler yardımıyla iri süspanse katı maddeler ayrılabilir. Daha sonraki ünitelerde oluşabilecek tıkanmaları önlemek amacıyla, deri, et, yağ ve kıl parçacıklarının %40-60'ı ızgaradan geçirme ve eleme sırasında tutulabilir. Küçük tesislerde 3 mm çapında delikli ve eğimli bir şekilde elle temizlenebilen ızgaralar kullanılmaktadır. Büyük tesislerde ise ızgara kanalı mekanik olarak temizlenmektedir. Izzaralarda tutulan kıllar geri kazanılabilir. Fakat bu istenmezse yakmak ya da gömmek gerekir.

1.10.3. Ön Çökeltme

Küçük tesislerde çökeltme işlemi çökeltim havuzlarında gerçekleştirilir. Çöken katılar bir pompa yardımıyla dışarıya pompalanabilir ya da tesis çok küçükse büyük kepçelerle alınarak dışarıya atılabilir. Büyük tesislerde sürekli çalışan çökeltim havuzları kullanılır. Bu havuzlar dairesel veya dikdörtgen şeklinde yapılabilir.

1.10.4. Atık Suların Dengelenmesi

Eğer atık su evsel atık suyla birlikte arıtılacaksa dengeleme işlemi yapmak gerekir. Böylece bir günde debinin düzenli bir şekilde arıtma tesisine verilmesi sağlanmış olur. Tank kapasitesi günlük debinin 2/3'ünü alacak seviyede olmalıdır. Tankta çökelmeyi ve aneorobik koşulların oluşmasını önlemek amacıyla havalandırma yapmak gerekir. Havalandırma için mekanik havalandırma veya difüze havalandırma sistemleri kullanılabilir.

1.10.5. Kimyasal Arıtma

Eğer ön arıtma ile sülfür uzaklaştırılmazsa kimyasal arıtma sırasında uzaklaştırılır. Bu amaçla alüminyum sülfat veya demir (II) sülfat kullanılır. Demir (II) sülfatla yapılan arıtmada ayrıca kireç eklemek gerekir. Kimyasal arıtma sırasında sülfürler ve albüminli bileşikler atık sulardan uzaklaştırılır. Kimyasal arıtma sırasında kullanılan demir tuzlarının miktarını azaltmak için çöktürülen atıkların havalandırılması gerekir. Böylece çöken demir sülfid sülfata oksitlenir. Deri atık sularının arıtılmasında kimyasal arıtma ve biyolojik arıtma birlikte kullanılmalıdır. Arıtılmış atık su tanklardan birkaç günde bir deşarj edilmelidir. Ayrılan çamur çok yavaş kurduğundan özel kurutma yataklarında kurutulmalıdır. Çamurun suyu vakum filtreleriyle daha iyi alınabilir. Bu işlem yapıldıktan sonra bile çamurda %76-80 oranında su bulunur. Çamur ya özel arazilere boşaltılmakta ya da arazi dolgusu olarak kullanılmaktadır. Bazen de kireç ile karıştırılıp gübre olarak kullanılmaktadır.

1.10.6. Biyolojik Arıtma

Deri endüstrisi atık suları damlatmalı filtrelerle arıtılabilir. Bunun için ön arıtmadan geçmiş deri atık suları ile 1:2 veya 1:1 oranında seyreltilerek kullanılmalıdır. Biyolojik filtrelerin çalışmasında kireç ve diğer alkali bileşikler, sülfürler, +3 değerlikli krom tuzları ters etkiler oluşturabilirler. Bu nedenle atık suyun biyolojik filtrelere verilmesinden önce, alkali bileşikleri ve krom bileşiklerinin sudan uzaklaştırılması gerekir.

Deri atık sularının arıtılmasında aktif çamur metodu kullanılmaktadır. Ön arıtmadan sonra atıklar evsel atık suyla 1:2 veya 1:1 oranında seyreltilmelidir. Eğer suda yüksek konsantrasyonlarda kireç varsa uzun süre havalandırılmalıdır. Deri atık sularından tehlikeli patojenik bakterileri uzaklaştırmak için klorlama yapılır. Kalsiyum hipoklorit veya klor gazı dezenfeksiyon maddesi olarak kullanılır. Kalsiyum hipoklorit kullanıldığında çok daha fazla karmaşık cihazlar gerekmektedir. Klor gazı kullanımı içinde yetişmiş personele ihtiyaç duyulmaktadır. Kullanılacak dezenfeksiyon maddesinin miktarı ve temas süresi atığın özelliklerine ve uygulanan arıtmanın derecesine bağlıdır (Şengül, 1991).

1.11. UV / VIS Absorpsiyon Spektroskopisi ile İlgili Genel Bilgiler

Moleküler UV / VIS absorpsiyon spektroskopisi, inorganik, organik ve biyokimyasal türlerin kantitatif analizinde kullanılmaktadır. UV / VIS ışınlarının moleküller tarafından absorpsiyonu, bir veya daha çok sayıda elektronik absorpsiyon bandı şeklinde olmakta ve bu bantlar, pek çok sayıda yakın dalgaboylu çizgilerden oluşmaktadır. Her çizgi, bir elektronun temel halden uyarılmış elektronik hallerden birine geçmesi sonucu oluşmaktadır. Bu elektronik geçişle birlikte, titreşim ve dönme enerji düzeyleri arasında da geçişler olduğu için absorpsiyon bantları gözlenmektedir.

Herhangi bir molekülde, belli bir dalga boyu aralığındaki ışığın absorpsiyonundan sorumlu olan fonksiyonel gruba “kromofor grup”, ışığı absorplamadığı halde kromofor grupların absorpladığı ışığın dalga boyunu daha büyük değerlere kaydıran ve absorpsiyon katsayısını arttıran gruplara ise, “okzokrom grup” adı verilmektedir.

Moleküllerde, aralarında elektronik geçişlerin olduğu molekül orbitallerinin enerjileri birçok faktör tarafından etkilenebilmektedir. Bunlar, çözücü ve substitüentlerin etkisi ile konjugasyon etkisi olarak sıralanmaktadır. Bileşiklerin, çözeltilerinin ışığı absorplama özelliği incelenirken, kullanılan çözücünün absorpsiyonunun göz önünde tutulması gerekmektedir. Her bir çözücü için, belli bir dalga boyu sınırının altında, maddelerin absorpsiyon bantları incelenememektedir. Çünkü bu sınırdan sonra çözücü ışığı absorplamaktadır. Bunun sonucunda da absorpsiyon bandı daha uzun dalgaboylarına kaymaktadır. Bu sonucu doğuran diğer bir etken ise konjugasyon etkisidir.

Çözeltide bir elektron verici ve bir elektron alıcı molekül beraber bulunuyorsa, böyle bir sistemin ışığı absorplaması sonucu elektron, vericiden alıcıya aktarılmakta, yani bir fotoredoks olayı gerçekleşmektedir. Bu tür absorpsiyon bandına “yük transferi bandı” adı verilmektedir. Pek çok inorganik ve organik kompleks, yük transferi bandında absorpsiyon gösterdikleri için, “yük transferi kompleksleri” adını almaktadır. Bu tür komplekslerde, metal iyonu genellikle elektron alıcı konumundadır.

1.11.1 UV / VIS Absorpsiyon Spektrofotometreleri

Maddenin ışığı absorblamasını incelemek için kullanılan düzeneğe absorpsiyon spektrometresi veya absorpsiyon spektrofotometresi adı verilmektedir. Bir spektrofotometre düzeneği Şekil 1.3'de görüldüğü gibi başlıca ışık kaynağı, dalga boyu seçici ve dedektörden oluşmaktadır.



Şekil 1.3. Bir spektrofotometrenin temel bileşenleri

Bu ana bileşenlere ek olarak spektrofotometrelerde ışığı toplamak, odaklamak, yansıtma, iki demete bölmek ve örnek üzerine belli bir şiddette göndermek amacıyla mercekler, aynalar, ışık bölücüleri ve giriş-çıkış aralıkları bulunmaktadır. Örnek ise, kullanılan dalga boyu bölgesinde ışığı geçiren maddeden yapılmış örnek kaplarına konularak ışık yoluna yerleştirilmektedir.

1.11.1.1. Işık Kaynakları

Ultraviyole bölgede en çok kullanılan lambalar, hidrojen veya döteryum elektriksel boşalım lambalarıdır. Düşük basınçta (5 mmHg) H₂ veya D₂ gazı içeren bu lambalarda 40 voltluk doğru akım uygulanarak elektriksel boşalım elde edilmektedir. Bu lambalar, 180 nm ile 380 nm arasında ışık yaymaktadırlar. Daha pahalı ve daha uzun ömürlü olan D₂ lambasının yaydığı ışığın şiddeti, H₂ lambasına göre çok daha fazladır. UV / VIS bölgenin tümünde (150 nm – 700 nm) kullanılacak bir başka şiddetli ve sürekli ışık kaynağı, Xe ark lambasıdır. Bundan başka civa buhar lambası da her iki bölgede ışımaya yetebilen bir ışık kaynağıdır.

Kuartz 200 – 320 nm arasındaki ultraviyole ışığı geçirdiğinden, bu bölgedeki ışıkla çalışabilmek için, lambaların pencereleri, mercekler, örnek kaplarının duvarları ve dedektörün giriş penceresi kuartzdan yapılmaktadır. 320 – 700 nm arasındaki bölgede ise, bu kısımların camdan yapılmış olması yeterlidir.

1.11.1.2. Dedektörler

Maddenin ışığı absorplayıp absorblamadığını anlamak için, ışık kaynağından gelen ışığın şiddetinin ölçülmesi amacıyla spektrofotometrelerde kullanılan bileşene dedektör adı verilmektedir. Bir dedektörün ışığa duyarlı olması, ışık şiddeti ile doğru orantılı bir sinyal üretmesi, üzerine düşen ışığa cevap vermesi, yani sinyal üretme süresinin kısa olması, kararlı olması ve üretilen elektriksel sinyalin yardımcı devrelerle çoğaltılabilmesi istenmektedir. Ultraviyole ve görünür bölgede kullanılabilen üç tür dedektör bulunmaktadır.

Fotovoltaik Dedektörler

Fotovoltaik dedektörlerde ışık, Se veya Si gibi bir yarıiletken madde tarafından absorplandığında, iletkenlik bandına geçen elektronlar nedeniyle, bu yarıiletkenle temasta olan bir metal filmi (Ag) arasında bir gerilim farkı oluşmaktadır. PbS, CdSe ve CdS gibi yarıiletken maddelerle ise fotoiletken dedektörler yapılmaktadır. Bu tür dedektörlerde, ışık absorpsiyonu ile iletkenlik bandına çıkarılan elektronlar, ışık şiddeti ile orantılı bir elektrik akımı oluşturmaktadır.

Fototüp Dedektörleri

Fototüp dedektörlerinde, alkali metal oksit filmlerden yapılmış fotokatotlar üzerine düşen fotonlar bu yüzden elektron koparmakta ve elektronlar bir anotta toplanarak elektrik akımına çevrilmektedir.

Fotoçoğaltıcı Tüp Dedektörleri

Bu tip dedektörlerde ise, fotokatot yüzeyinden foton çarpması ile fırlatılan elektronlar dinot denilen yüzeylere doğru, elektriksel alanda hızlandırılmakta ve dinoda çarpan her bir elektron, dinot yüzeyinden 3-5 elektron daha koparmaktadır. Böylece sayıları giderek artan elektronlar en sonunda bir anotta toplanarak elektrik akımına çevrilmektedir.

Bir absorpsiyon spektrumundaki değişmelerin sadece incelenen örneğin özelliği olduğundan emin olabilmek için, absorbans ölçümünün yapıldığı her dalga boyunda kaynaktan yayılan ışığın eşit şiddette ve dedektörün duyarlılığının her dalga boyunda aynı olması istenmektedir. Bu yüzden kaynağın şiddetinin az olduğu ve dedektörün duyarlılığının düşük olduğu dalga boylarında ışığın geçtiği aralık geniş tutulmakta ve daha şiddetli ışık elde edilmektedir. Ancak bu durumda, ışığın bant genişliği büyük olduğu için monokromatiklikten sapmalar olmaktadır.

1.11.1.3. Monokromatörler (Dalga boyu seçicileri)

Absorbansın ölçülmesi sırasında, ışık kaynağından gelen polikromatik ışıktan tek bir dalga boyunda ışık seçilerek örneğe gönderilmektedir. Polikromatik ışıktan monokromatik ışık elde edilmesini gerçekleştiren düzeneğe monokromatör adı verilmektedir. Monokromatör olarak prizmalar veya optik ağ adını alan parçalar kullanılmaktadır.

Prizmalarda dalga boyunun seçilmesi, farklı dalga boylarındaki ışığın prizmaya girişte ve çıkışta farklı miktarlarda kırılması ilkesine dayanmaktadır. Prizma ışık kaynağına doğru döndürülerek çeşitli dalga boyu değerlerine sahip ışığın bir aralıktan geçerek madde ile etkileşmesi sağlanmaktadır.

Prizmanın yapıldığı maddenin kırılma indisi, içinden geçen ışığın dalga boyuna bağlı olduğundan prizmayı terk eden ışığın yüzeyle yaptığı açı da dalga boyunun bir fonksiyonunu oluşturmaktadır.

1.11.2. Spektrofotometre Çeşitleri

1.11.2.1. Tek Işık Yollu Spektrofotometreler

En basit bir spektrofotometrede kaynaktan çıkan ışık, bir mercek ile toplanarak monokromatöre gönderilmekte ve dalga boyu seçiminden sonra bir aralıktan geçirilerek örnek üzerine düşürülmektedir. Örneğin ışığı absorblama miktarı uygun bir dedektörle

ölçülmektedir. Bu sinyal elektronik olarak çoğaltılmakta ve bir galvonometrede okunmaktadır. Bu bileşenlerin tümünün aynı ışık yoluna yerleştirildiği böyle bir spektrofotometreye, tek ışık yollu spektrofotometre adı verilmektedir.

Bu aletin başlıca üç ayar düğmesi bulunmaktadır. Bunlardan biri, alette kullanılan optik ağ veya prizmayı mekanik olarak döndürmeyi sağlayan düğmedir. Işık yolu tamamen kapatılarak galvonometre “sıfır” geçirgenlik ayarını yapmak için ikinci bir düğme kullanılmaktadır. Bir üçüncü düğmeyle de ışığın geçtiği aralığın eni değiştirilmektedir. Ölçümün yapılacağı dalga boyu birinci düğme ile ayarlandıktan sonra ışık yolu kapatılarak ikinci düğme ile “sıfır” ayarı yapılmaktadır. Daha sonra üçüncü düğme ile ışığın geçtiği aralığın eni değiştirilerek ve örnek kabında sadece çözücü kullanılarak galvonometre 100 değerine getirilmektedir. Bu işlemlerin, yani “sıfır” ve “yüz” ayarlarının, her dalga boyunda yeniden yapılması gerekmektedir. Ancak bu iki ayarlamadan sonra içinde örneğin bulunduğu çözelti ile geçirgenlik ölçülürse, örneğe ait absorpsiyon spektrumu, ışık kaynağındaki şiddet değişmesinden ve dedektördeki duyarlık farklarından bağımsız olarak ortaya çıkmaktadır.

1.11.2.2. Çift Işık Yollu Spektrofotometreler

Her dalga boyunda “sıfır” ve özellikle “yüz” ayarlarının yapılması oldukça zaman alıcı bir işlemdir. Spektrofotometrede, monokromatörden çıkan ışığın eşit şiddette iki demete bölünerek birinin örneğe, diğerinin ise sadece çözücünün bulunduğu kaba gönderilmesi ile bu işleme gerek kalmamaktadır. Böylece örnekteki geçirgenlik değeri sürekli olarak çözücününki ile karşılaştırılmış olmaktadır. İkiye ayrılan ışık, iki ayrı dedektörle algılanmakta ve dedektörlerde oluşan sinyallerin oranı ölçülmektedir. Bu tür aletlere çift ışık yollu spektrofotometreler denmektedir. Burada iki dedektörün tam uyumlu olması, yani eşit şiddetteki ışık ile aynı sinyali oluşturması gerekmektedir.

.Çift ışık yollu spektrofotometrelerde, tek dedektör kullanılarak da ölçüm yapmak mümkündür. Bunun için örnekten ve çözücüden geçen ışık demetleri dedektör üzerine, dedektör önüne yerleştirilmiş dönen bir ışık bölücü yardımıyla ve ardı ardına gönderilmektedir. Gelen bu ışık demetlerinin oluşturdukları sinyal ise, alternatif yani periyodik türden olmaktadır. Işık bölücünün frekansına ayarlı bir elektronik çoğaltıcı yardımı ile bu alternatif sinyal kaydedilmektedir. Her iki ışık yolundan birbiri peşine gelen ışığın şiddetleri eşit ise, dedektörde herhangi bir sinyal oluşmamaktadır. Örnek bölmesinden geçen ışığın, absorpsiyon nedeniyle azalması durumunda ise, dedektöre

gelen sinyal alternatif sinyal olarak algılanmaktadır. Çift ışık yollu aletlerde, ışık kaynağının şiddetindeki değişmelerden doğan hatalar ortadan kalkmaktadır.

1.11.3. Işık Absorpsiyonunun Nicel Yorumu

Absorplanan fotonların sayısı, ortamdaki absorpsiyon yapan türlerin sayısı ile doğru orantılıdır. Monokromatik ve I_0 şiddetinde ışıma, b uzunluğunda ve n sayıda absorpsiyon yapabilen tanecik içeren bir ortamda geçtikten sonra, ortamı I şiddetinde terk etmektedir.

Kabın çeperlerinde ortaya çıkan yansımalar ve çözeltide asılı halde bulunabilecek taneciklerin neden olduğu saçılma gibi etkileşimler sonucu ortaya çıkan şiddet azalmaları dikkate alınmazsa, $I_0 \rightarrow I$ şiddet azalmasının nedeni, sadece ortamdaki türlerin ışımayı absorplamasından kaynaklanmaktadır.

$$\log I_0/I = \varepsilon bC \quad (1-1)$$

Beer-Lambert yasası adı verilen bu eşitlikte $\log I_0/I$ absorbans adını almakta ve A ile gösterilmektedir.

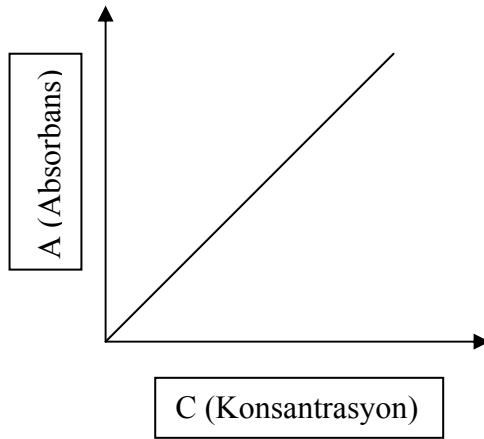
$$A = \log I_0/I = \varepsilon bC \quad (1-2)$$

A ile C arasındaki bu sabit doğrusal ilişkiden analitik uygulamalarda yararlanılmaktadır. Eşitlikte derişim C mol L^{-1} , örnek kabının kalınlığı b ise cm birimindedir. ε , molar sönüm veya molar absorpsiyon katsayısı yada molar absorptivite olup, birimi $L \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ 'dir. A ise absorbans adını almaktadır. A 'ya optik yoğunluk veya sönüm adları da verilmektedir.

Beer-Lambert eşitliğinin geçerli olması için uygulanan ışığın gerçekten monokromatik yani tek dalga boyu değerinde olması, absorpsiyon olayının örneğin her yerinde eşit miktarda olması yani, örneğin homojen olması, ayrıca birden fazla ışığı absorblaması halinde, her bir bileşenin, diğerlerinin absorpsiyonunu etkilememesi gerekmektedir. Bu koşulların sağlanması halinde, A ile C arasındaki ilişki doğrusaldır. Genellikle C değerinin küçük olduğu durumlarda bu doğrusallık sağlanmaktadır. Daha derişik çözeltilerde, tanecikler arasındaki etkileşimler önem kazanmakta ve bu etkileşimler A ile C arasındaki doğrusallık ilişkisinin bozulmasına neden olmaktadır.

1.11.4. UV / VIS Absorpsiyon Spektroskopisi ile Analitik Uygulamalar

UV / VIS absorpsiyon spektroskopisi ile analiz pek yapılmamaktadır. Fakat bu yöntem, nicel analiz için çok uygundur. Bir maddenin nicel analizinin yapılacağı dalga boyu ve kullanılacak çözücüyü kararlaştırmak için, örneğin absorpsiyon spektrumunu bilmek gerekmektedir. Spektrum incelenerek Beer-Lambert eşitliğine uyulan ve maksimum absorbans veren bir dalga boyu seçilmektedir. Çözeltide analizi yapılacak türden başka türler de bulunuyorsa, bunların ışığı absorblamadığı dalga boylarının seçilmesine özen gösterilmektedir. Çözücünün ve çözeltide bulunan başka türlerin ışığı absorblamadığı, Beer-Lambert eşitliğine uyulduğu ve nicel analizin en duyarlı bir biçimde yapılabileceği dalga boyu değeri saptandıktan sonra, analizi yapılacak maddeyi içeren ve derişimleri bilinen bir dizi standart çözelti ile bu dalga boyunda A değerleri ölçülmektedir. A değerleri, standart çözeltilerin bilinen derişimlerine karşı grafiğe geçirilmektedir. Bu doğruya “kalibrasyon doğrusu” veya “çalışma doğrusu” adı verilmektedir (Şekil 1.4). Nicel analiz kalibrasyon doğrusunun doğrusal olduğu bölgede yapılmaktadır. Konsantrasyonu bilinmeyen örneğin A değeri ölçülmekte ve kalibrasyon doğrusunda bu değere karşılık gelen konsantrasyon saptanmaktadır.



Şekil 1.4. Kalibrasyon doğrusu

Molar absorpsiyon katsayısının değerinin bilindiği durumlarda, Beer-Lambert eşitliğinin nicel analizde doğrudan kullanılması da mümkündür. Kalibrasyon doğrusunu

kullanırken molar absorpsiyon katsayısının önceden bilinmesine gerek yoktur. İstendiğinde bu katsayı doğruların eğiminden hesaplanabilmektedir (Yıldız ve ark., 1997).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tsotsos (1986), deri atık sularındaki başlıca kirleticilerin organik maddeler, asılı partiküller, tuzlar, krom tuzları ve sülfürlerden ibaret olduğunu ve bunların çevreyi negatif yönde etkilediklerini belirtmiştir. Deri sanayinden her bir işlem sonrasında çıkan atık suları ayrı ayrı incelemiştir. Kireçleme işlemi sonucunda ortaya çıkan atık suyun pH'sının 11.6, BOİ değerinin 14000-15000 mg L⁻¹ arasında, AKM değerinin 33000 mg L⁻¹, pikle işlemleri sonucunda oluşan atık suyun pH'sının 2.4, BOİ değerinin 3000-4200 mg L⁻¹ arasında, AKM değerinin 61200 mg L⁻¹, kromlu tabaklama sonucu oluşan atık suyun pH'sının 3.2, BOİ değerinin 700-1000 mg L⁻¹ arasında, AKM değerinin 75800-77000 mg L⁻¹ arasında, bitirme işlemleri sonucunda oluşan atık suyun ise pH'sının 3.9, BOİ değerinin 2000 mg L⁻¹, AKM değerinin 2450 mg L⁻¹ olduğunu saptamıştır. Krom tuzlarının MgO kullanılarak hidroksitleri halinde çöktürülebileceğini ve böylece atık sularındaki krom konsantrasyonunun 2 ppm'in altına düşürülebileceğini, sülfürlerin ise MnSO₄ kullanılarak uzaklaştırılabileceğini ileri sürmüştür.

Szpyrkowicz ve ark. (1991), İtalya'da faaliyet gösteren 4 farklı deri işletmesinden almış oldukları atık suları incelemiştir. Ortalama olarak pH değerlerini 7.2, KOİ değerlerini 2766 mg L⁻¹, BOİ değerlerini 1040 mg L⁻¹, toplam azot konsantrasyonunu 371 mg L⁻¹, N - NH₄⁺ konsantrasyonunu 212 mg L⁻¹, toplam krom konsantrasyonunu 32 mg L⁻¹, sülfür konsantrasyonunu 56 mg L⁻¹, AKM değerlerini 937 ppm olarak belirlemiştir. KOİ ve toplam azot değerlerini yüksek buldukları için, Ludzack Ettinger Metodu ile toplam azot / KOİ oranını azaltmaya çalışmışlar ve KOİ değerlerini 30, toplam azot konsantrasyonlarını ise 11 mg L⁻¹'e kadar düşürmeyi başarmışlardır.

Kabdaslı ve ark. (1993), İstanbul ve İzmir olmak üzere 2 farklı şehirde faaliyet gösteren deri sanayilerinden, kireçleme ve kromlu tabaklama işlemleri sonucunda oluşan atık suları alarak incelemişler ve elde ettikleri sonuçları 3 farklı literatürden almış oldukları sonuçlarla karşılaştırmışlardır. İstanbul'daki işletmeye ait kireçleme atık suyunda ortalama olarak, KOİ değerini 8365 mg L⁻¹, AKM değerini 2190 mg L⁻¹, NH₄⁺-N konsantrasyonunu 50 mg L⁻¹, [S⁻²] konsantrasyonunu 161 mg L⁻¹ olarak, kromlu tabaklama sonucunda oluşan atık suda ise, ortalama KOİ değerini 2980 mg L⁻¹, AKM değerini 754 mg L⁻¹, toplam krom konsantrasyonunu 550 mg L⁻¹, N-NH₄⁺

konsantrasyonunu 827 mg L^{-1} olarak belirlemişlerdir. İzmir'deki işletmelere ait kireçleme ve kromlu tabaklama işlemleri sonucunda oluşan atık suları ise birleştirilerek analiz etmişlerdir ve ortalama KOİ değerini 10380 mg L^{-1} , toplam krom konsantrasyonunu 192 mg L^{-1} , $[\text{S}^{-2}]$ konsantrasyonunu 20 mg L^{-1} , pH değerini 13 olarak saptamışlardır. Bulmuş oldukları sonuçların, karşılaştırdıkları literatürlerdeki değerlerden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Şengül ve Gürel (1993), öncelikle deri endüstrisinin neden olduğu çevresel problemlere değinmişlerdir. Deri endüstrilerinde en fazla kullanılan maddenin su olduğunu ve bu suyun da işlemler sonucunda tamamen atık suya dönüştüğünü, işlemler sırasında çok fazla kimyasal madde kullanıldığı için de, atık suların pH değerlerinin yüksek, organik içeriklerden dolayı oksijen ihtiyaçlarının fazla, içerdikleri yağ, gres, sülfür ve krom miktarlarının oldukça yüksek olduğunu belirtmişlerdir. İzmir-Yeşildere deri işleme bölgesinde faaliyet gösteren sanayilerden aldıkları bilgilere dayanarak, gerçekleştirilen tüm işlem basamaklarında kullanılan kimyasal maddeleri ve miktarlarını tablolar halinde vermişlerdir. Daha sonra, koyun ve keçi derilerini işleyen endüstrilerin atık sularını ayrı ayrı incelemişlerdir. Koyun derilerini işleyen endüstrilere ait atık sularda, $[\text{S}^{-2}]$ konsantrasyonunun $0.0019\text{-}5.5 \text{ kg.ton}^{-1}$ arasında, KOİ değerinin $0.47\text{-}53.8 \text{ kg.ton}^{-1}$ arasında, BOİ değerinin $3.20\text{-}22.5 \text{ kg.ton}^{-1}$ arasında, yağ ve gres miktarlarının $0.04\text{-}5.4 \text{ kg.ton}^{-1}$ arasında, pH değerlerinin $3.11\text{-}12.51$ arasında, toplam krom konsantrasyonunun $21\text{-}3372 \text{ g.m}^{-1}$ arasında, toplam azot konsantrasyonunun $0.085\text{-}7.41 \text{ kg.ton}^{-1}$ arasında, toplam fosfor konsantrasyonunun $0.00072\text{-}0.0064 \text{ kg.ton}^{-1}$ arasında, AKM değerlerinin $0.30\text{-}73.6 \text{ kg.ton}^{-1}$ arasında olduğunu, keçi derilerini işleyen endüstrilere ait atık sularda ise, $[\text{S}^{-2}]$ konsantrasyonunun $0.0057\text{-}1.65 \text{ kg.ton}^{-1}$ arasında, KOİ değerinin $1.94\text{-}73.1 \text{ kg.ton}^{-1}$ arasında, BOİ değerinin $0.86\text{-}42.84 \text{ kg.ton}^{-1}$ arasında, yağ ve gres miktarlarının $0.056\text{-}2.86 \text{ kg.ton}^{-1}$ arasında, toplam krom konsantrasyonunun $0.092\text{-}9.16 \text{ kg.ton}^{-1}$ arasında, toplam azot konsantrasyonunun $0.24\text{-}6.11 \text{ kg.ton}^{-1}$ arasında, AKM değerlerinin $1.43\text{-}2.34 \text{ kg.ton}^{-1}$ arasında, pH değerlerinin de $2.3\text{-}12.67$ arasında olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca atık sulardan kromun uzaklaştırılmasında MnSO_4 , Al^{+3} , FeSO_4 'ı kullanmışlar ve en iyi sonucu FeSO_4 ile elde ederek, kromun konsantrasyonunu 0.05 mg L^{-1} 'ye kadar düşürmüşlerdir.

Namasivayam ve Senthilkumar (1994), öncelikle Hindistan'da faaliyet gösteren deri işletmelerinden almış oldukları atık su örneklerini incelemişlerdir. Ortalama olarak, atık su örneklerinin pH'larını 3.34, klor konsantrasyonlarını 61306 mg L^{-1} , AKM değerlerini 67403 mg L^{-1} , toplam krom konsantrasyonlarını 2375 mg L^{-1} , KOİ değerlerini 1812 mg L^{-1} , sodyum konsantrasyonlarını 20500 mg L^{-1} , potasyum konsantrasyonlarını 158 mg L^{-1} olarak belirlemişlerdir. Sonra atık sulardaki kirlilik yüklerini azaltmak için kireç, kireç + $\text{Fe}(\text{OH})_3$ + $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ + $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{Cl})_3$ ve kireç + $\text{Fe}(\text{Cl})_3$ gibi adsorbanlardan yararlanmışlardır ve elde ettikleri sonuçları birbirleriyle karşılaştırmışlardır. En iyi sonuçları kireç + $\text{Fe}(\text{OH})_3$ + $\text{Cr}(\text{OH})_3$ karışımı ile elde etmişlerdir. Bu yöntemle Cr(III)'ü %98, KOİ'nı %69, Na'u %88, AKM'yi %93 oranında uzaklaştırmayı başarmışlardır.

Tünay ve ark. (1994), İstanbul'da faaliyet gösteren deri işletmelerinden almış oldukları kireçleme atık sularında KOİ değerini 12.425 mg L^{-1} , NH_4^+ -N konsantrasyonunu 120 mg L^{-1} , $[\text{S}^{-2}]$ konsantrasyonunu 460 mg L^{-1} , toplam azot konsantrasyonunu 1200 mg L^{-1} , pH değerini 12.2, fenol konsantrasyonunu 6.99 mg L^{-1} olarak, kromlu tabaklama atık sularında ise, KOİ değerini 1380 mg L^{-1} , NH_4^+ -N konsantrasyonunu 780 mg L^{-1} , toplam azot konsantrasyonunu 890 mg L^{-1} , toplam krom konsantrasyonunu 1990 mg L^{-1} , pH değerini 5.4, fenol konsantrasyonunu 6.89 mg L^{-1} olarak saptamışlardır. Sonra karbonlama işlemi üzerine pH'in etkisini incelemişler ve en iyi sonucu pH 8.2'de elde etmişlerdir. Böylece KOİ'nı %38 oranında azaltmışlardır. Daha sonra proteinleri uzaklaştırmada H_2SO_4 + $200 \text{ mg L}^{-1} \text{ FeCl}_3$ (pH=3), asetik asit (pH=4), asetik asit + $200 \text{ mg L}^{-1} \text{ FeCl}_3$ (pH=5), H_2SO_4 + $200 \text{ mg L}^{-1} \text{ FeCl}_3$ (pH=5.5) karışımlarını denemişler ve en iyi sonucu H_2SO_4 + $200 \text{ mg L}^{-1} \text{ FeCl}_3$ (pH=3), ile elde etmişlerdir. Bu sayede proteinleri %19 oranında uzaklaştırmayı başarmışlardır.

Talınlı (1994), İstanbul'da faaliyet gösteren ileri deri işletmelerinden almış olduğu atık suyun pH'ını 8.6, KOİ değerini 8000 mg L^{-1} , BOİ değerini 3900 mg L^{-1} , AKM miktarını 1090 mg L^{-1} , $[\text{SO}_4^{-2}]$ konsantrasyonunu 1200 mg L^{-1} , $[\text{S}^{-2}]$ konsantrasyonunu 150 mg L^{-1} , toplam azot konsantrasyonunu 90 mg L^{-1} , Cr (III) konsantrasyonunu 100 mg L^{-1} olarak belirlemiştir. KOİ değerini azaltabilmek için alum, FeCl_3 + alum + kireç, FeCl_3 + kireç ve kirecin etkisini incelemiş ve en iyi sonucu kireç ile elde ederek KOİ değerini %63 oranında azaltmayı başarmıştır.

Tünay ve ark. (1995), Türkiye'deki deri sanayinin kirlilik profilini çıkartmışlardır. Deri işleme endüstrilerinde gerçekleştirilen prosesleri, bu prosesler sonucunda ortaya çıkan atık su miktarlarını, kirletici parametreleri tek tek inceleyerek, bu konular hakkında detaylı bilgi vermişlerdir. 1 ton ham deriyi işlemek için, uygulanan tüm işlemler gerçekleştirildiğinde ortalama olarak 11.5-64 m³ arasında atık su oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu atık suların ortalama KOİ değerlerinin 2250-8200 mg L⁻¹ arasında, BOİ değerlerinin 1150-3480 mg L⁻¹ arasında, AKM değerlerinin 50-9100 mg L⁻¹ arasında, [S⁻²] konsantrasyonunun 20-186 mg L⁻¹ arasında, toplam krom konsantrasyonunun 22-320 mg L⁻¹ arasında değiştiğini ileri sürmüşlerdir.

Ateş ve ark. (1997), Türkiye'deki deri işleyen 3 ana komplekse ait (107 deri işletmesine sahip İstanbul Organize Deri Sanayi, 87 deri işletmesine sahip Çorlu Deri Sanayi ve 46 deri işletmesine sahip Biga Deri Sanayi) atık sularda, detaylı atık su karakterizasyonu gerçekleştirmişlerdir. Tuzladaki işletmelere ait atık sularda KOİ değerlerini 3235-7420 mg L⁻¹, BOİ değerlerini 600 - 2600 mg L⁻¹, AKM miktarlarını 1470-3474 mg L⁻¹, NH₄⁺-N konsantrasyonlarını 48-245 mg L⁻¹, toplam krom konsantrasyonlarını 58-213 mg L⁻¹, sülfür konsantrasyonlarını 17-110 mg L⁻¹, alkalinite değerlerini 797-1818 mg L⁻¹, klor konsantrasyonlarını 6370-12800 mg L⁻¹, pH değerlerini 6.4-9.98 arasında, Çorlu'daki işletmelere ait atık sularda KOİ değerlerini 2513-8781 mg L⁻¹, sülfür konsantrasyonlarını 10-121 mg L⁻¹, alkalinite değerlerini 259-1132 mg L⁻¹, AKM miktarlarını 1000-4740 mg L⁻¹, NH₄⁺-N konsantrasyonlarını 56-136 mg L⁻¹, toplam krom konsantrasyonlarını 84-236 mg L⁻¹, klor konsantrasyonlarını 6150-9060 mg L⁻¹, pH değerlerini 6.41-10.1, Biga'daki işletmelere ait atık sularda ise, KOİ değerlerini 1320-2950 mg L⁻¹, AKM miktarlarını 1365-2975 mg L⁻¹, NH₄⁺-N konsantrasyonlarını 65-185 mg L⁻¹, toplam krom konsantrasyonlarını 45-92 mg L⁻¹, sülfür konsantrasyonlarını 26-82 mg L⁻¹, alkalinite değerlerini 345-725 mg L⁻¹, pH değerlerini 7.35-9.74 arasında bulmuşlardır. Elde ettikleri sonuçları birbirleriyle karşılaştırdıklarında değerlerin oldukça benzer olduğunu görmüşlerdir.

Saydam (1998), Niğde ili Bor ilçesinde bulunan deri fabrikalarının atık sularını incelemiştir. Atık sulardan periyodik olarak alınan su örneklerinde, renk-koku, katı madde miktarı, pH, asidite, alkalinite, Cr(III), Cr(VI), S⁻², Cl⁻ analizlerini gerçekleştirmiş ve analiz sonuçlarını Türkiye standartları ile karşılaştırmıştır. Ortalama olarak pH değerlerini 7.3-8.4, AKM miktarlarını 1500-9000 ppm, alkalinite miktarlarını

600-1900 mgCaCO₃.L⁻¹, asidite miktarlarını 15-80 mgCaCO₃.L⁻¹ arasında, KOİ değerlerini 1200 mg L⁻¹, [S⁻²] konsantrasyonlarını 2.5-3 mg L⁻¹, Cr(VI) konsantrasyonlarını 0.4 mg L⁻¹, Cr(III) konsantrasyonlarını 450-750 mg L⁻¹, yağ ve gres miktarlarını 50 mg L⁻¹ olarak belirlemiştir. Bu değerlerin, Türkiye standartlarının üzerinde olduğunu ileri sürmüştür.

Kabdaşlı ve ark. (1999), Biga'da faaliyet gösteren 2 farklı deri işletmesinden almış oldukları atık suları incelemiştir. I. ve II. işletmelere ait KOİ değerlerini 5235 ve 4480 mg L⁻¹, AKM miktarlarını 2275 ve 2070 mg L⁻¹, N-NH₄⁺ konsantrasyonlarını 185 ve 135 mg L⁻¹, toplam azot konsantrasyonlarını 325 ve 295 mg L⁻¹, sülfür konsantrasyonlarını 100 ve 56 mg L⁻¹, toplam krom konsantrasyonlarını 60 ve 65 mg L⁻¹, yağ ve gres miktarlarını 430 ve 550 mg L⁻¹, pH değerlerini ise, 8.35 ve 9.74 olarak bulmuşlardır. Elde ettikleri sonuçları Şengül ve Gürel'in çalışmalarıyla karşılaştırmışlar ve sonuçların son derece benzer olduğunu vurgulamışlardır.

Bajza ve Vrcek (2001), Hırvatistan'da büyük baş hayvan derilerini işlemek üzere faaliyet gösteren deri işletmelerinden, kireçleme ve kromlu tabaklama işlemleri sonucunda çıkan atık suları olarak incelemiştir. Bu atık suların, pH'larını, sülfür ve krom(III)oksit konsantrasyonlarını, BOİ ve KOİ değerlerini belirlemiştir. Kireçleme atık suyunun ortalama olarak, pH'ını 12.5; [Na₂S] konsantrasyonunu 8020 mg L⁻¹; KOİ değerini 22510 mg L⁻¹; BOİ değerini 7030 mg L⁻¹; kromlu tabaklama atık suyunun ise pH'ını 3.9; [Cr₂O₃] konsantrasyonunu 561 mg L⁻¹; KOİ değerini 6400 mg L⁻¹; BOİ değerini 2500 mg L⁻¹ olarak tayin etmişlerdir. Ayrıca, aynı analizleri kireçleme atık suyu ile kromlama atık suyunu 1:9, 3:7, 5:5, 7:3 ve 9:1 oranlarında karıştırarak da yapmışlardır. Bu durumda, pH değerlerini 6.61 -12.13 arasında, [Na₂S] konsantrasyonunu 1232-8328 mg L⁻¹ arasında, [Cr₂O₃] konsantrasyonunu 66-302 mg L⁻¹ arasında, KOİ değerlerini 6700- 27125 mg L⁻¹ arasında, BOİ değerlerini 2200-6500 mg L⁻¹ arasında bulmuşlardır. Farklı işlemler sonucunda ortaya çıkan atık suları uygun oranlarda karıştırmak suretiyle pH, BOİ, KOİ değerlerinde ve S⁻², Cr₂O₃ konsantrasyonlarında önemli değişiklikler elde edilebileceğini ve bu sayede daha kabul edilebilir ekolojik parametrelere ulaşılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Bulur (2001), Sakarya ilinin Adapazarı ilçesinde şehir içinde kalmış olan deri işletmelerinin organize sanayi bölgesine taşınması halinde merkezi arıtma tesisi yapılması gerektiğini vurgulamıştır. Arıtma tesisi üniteleri, boyutları, kullanılan

kimyasal maddeler, harcanan su ve oluşan atık su miktarları, oluşan atık türleri, atık su analiz yöntemleri, arıtım yöntemleri ve kirlilik yüklerinin giderilmesi hakkında detaylı bilgi vermiştir.

Konrad ve ark. (2002), üçü Şili’de, biri İspanya’da, biri Ekvator’da olmak üzere toplam 5 deri işletmesindeki materyal akışının sistematik analizini gerçekleştirmişlerdir. 1 ton ham deriyi işlemek için 442 kg kimyasal ve 63 m³ su gerektiğini ve sonuçta 58 m³ atık su ve 696 kg da katı atık çıktığını ileri sürmüşlerdir. Kullanılan kimyasalların yaklaşık 187 kg’ının kromlama, 55 kg’ının kireçleme, 51 kg’ının bitirme, 149 kg’ının tabaklama aşamalarında, tüketilen 63 m³ suyun 21 m³’ünün kireçleme, 7 m³’ünün kromlama, 5 m³’ünün tabaklama, 0.3 m³’ünün bitirme ve 30 m³’ünün de diğer aşamalarda kullanıldığını ortaya koymuşlardır. Tüm işlemler sonucunda açığa çıkan atık suyun 21 m³’ünün kireçleme, 7 m³’ünün tabaklama, 5 m³’ünün kromlama, 25 m³’ünün diğer işlemler sonucunda, katı atıkların ise 495 kg’ının kireçleme, 149 kg’ının tabaklama, 50 kg’ının kromlama ve 2 kg’ının bitirme işlemleri sonucunda oluştuğunu belirtmişlerdir.

Cooman ve ark. (2003), Şili’de faaliyet gösteren farklı deri işletmelerinden, farklı işlemler sonucunda çıkan atık suları incelemiştir. Kireçleme atık suyunun pH’ının bazik (12.3); kromlama atık suyunun pH’ının asidik (3.7); bitirme işlemleri sonucu açığa çıkan atık suyun pH’ının ise hemen hemen nötral (7.9) olduğunu; bitirme, kireçleme, kromlama atık sularının KOİ değerlerinin sırasıyla 2840, 12650, 7150 mg L⁻¹ olduğunu; tüm örneklerde klor konsantrasyonunun ve askıda katı maddelerin oldukça yüksek değerlerde bulunduğunu (1813-16500 mg L⁻¹ ve 8600-87100 mg L⁻¹), kireçleme atık sularında sülfür konsantrasyonu yüksekken (2150 mg L⁻¹), kromlama atık sularında ise toplam krom konsantrasyonunun yüksek olduğunu (4950 mg L⁻¹) ortaya koymuşlardır.

Rivela ve ark. (2004), Şili’nin güneyinde yer alan 19 farklı deri işletmesinden almış oldukları hem kromlu tabaklama, hem de kireçleme atık su örneklerin pH, KOİ, BOİ ve askıda katı madde değerlerini, amonyum azotu, toplam krom, sülfür ve sülfat konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Kromlu tabaklama atık su örneklerinin ortalama pH değerlerinin 3.72, KOİ değerlerinin 3287 mg L⁻¹, BOİ değerlerinin 927 mg L⁻¹, AKM miktarlarının 546 mg L⁻¹, amonyum azotu konsantrasyonunun 174 mg L⁻¹, toplam krom konsantrasyonunun 3230 mg L⁻¹, [SO₄⁻²] konsantrasyonunun 1010 mg L⁻¹

olduğunu, kireçleme atık su örneklerinin ortalama pH değerlerinin 11.58, KOİ değerinin 8456 mg L⁻¹, BOİ değerinin 2848 mg L⁻¹, AKM miktarının 3792 mg L⁻¹, amonyum azotu konsantrasyonunun 88 mg L⁻¹, [S⁻²] konsantrasyonunun 212 mg L⁻¹, [SO₄⁻²] konsantrasyonunun 186 mg L⁻¹ olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, atık su kirliliğini azaltabilmek amacıyla, deri işleme prosesleri sırasında daha az su, tuz, kireç, amonyum sülfat kullanılabileceğini, sülfür, krom ve organik maddelerin atık sulardan spesifik işlemlerle ayrılabilceğini ileri sürmüşlerdir.

Floqi ve ark. (2007), Arnavutlukta faaliyet gösteren 13 farklı deri işletmesinden almış oldukları atık suları incelemişlerdir. KOİ değerlerini 237-11032 mg L⁻¹ arasında, BOİ değerlerini 832- 1631 mg L⁻¹ arasında, amonyak konsantrasyonunu 10-102 mg L⁻¹ arasında, pH değerlerini 9.3-13 arasında, askıda katı madde miktarlarını 1264-9984 mg L⁻¹ arasında, sülfür konsantrasyonunu 21 - 380 mg L⁻¹ arasında, toplam krom konsantrasyonunu 4.75 - 49.2 mg L⁻¹ arasında saptamışlardır. Buldukları değerlerin genellikle hem yerel hem de Avrupa standartlarının üzerinde olduğunu ve bu durumun çevre kirliliği açısından büyük bir risk oluşturduğunu ortaya koymuşlardır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Deneysel çalışmalar sırasında aşağıdaki kimyasal maddeler kullanılmıştır. Kimyasal maddeler kullanılmadan önce herhangi bir saflaştırma işleminden geçirilmemiştir. Kimyasal maddelerin adı, formülü, alındıkları firma ve katalog numaraları aşağıda verilmiştir.

<u>Kimyasal madde adı ve formülü</u>	<u>Firma adı ve katalog numarası</u>
Alüminyum sülfat 18 hidrat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$)	Merck 101102
BOİ kiti	Merck 100687
Borik asit (H_3BO_3)	Merck 100165
Bromkrezol yeşili indikatörü ($\text{C}_{21}\text{H}_{14}\text{Br}_4\text{O}_5\text{S}$)	Merck 108121
COİ kiti	Merck 114960
1,5-Difenil karbazit ($\text{C}_{13}\text{H}_{14}\text{N}_{40}$)	Merck 103091
Fosforik asit (H_3PO_4)	Merck 100568
Hekzan C_6H_{12}	Merck 104368
Hidroklorik asit (HCl)	Riedel-de Haen 07102
İyot (I_2)	Merck 104761
Metil kırmızısı indikatörü ($\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_2$)	Merck 106076
Potasyum hidrojen fosfat tri-hidrat ($\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)	Merck 105099
Potasyum iyodür (KI)	Fluka 31023
Potasyum permanganat (KMnO_4)	Merck 105080
Sodyum format (HCOONa)	Merck 106443
Sodyum hidroksit (NaOH)	Merck 106462
Sodyum hipoklorit (NaOCl)	Aldrich 42,504-4
Sodyum karbonat (Na_2CO_3)	Merck 106392
Sodyum okzalat ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$)	Fluka 71801
Sodyum sülfat (Na_2SO_3)	Merck 106652
Sodyum tiosülfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)	Merck 106516
Sülfürik asit (H_2SO_4)	Merck 100713

3.1.2. Kullanılan Cihazlar

Çalışma süresince kullanılan cihazlar ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

<u>Cihazın adı</u>	<u>Özellikleri (Marka / Model)</u>
UV/ VIS spektrofotometre	UV-1208 SHIMADZU
pH metre	İnoLab. wtw serisi
Fırın	Elektro.mag 1811 model
Analitik terazi	Sartorius BL210S
Etüv	Nüve FN 400
BOD cihazı	EnoLab BOD 80
Termoreaktör	Merck Spect. TR 320
Spektrofotometre	Merck Spect. NOVA 60
Destilasyon cihazı	Gerhardt
Yakma seti	Gerhardt
Dijital büret	Brand

3.2. Metot

3.2.1. Kullanılan Çözeltilerin Hazırlanması

- a) HCl : Şişe üzerindeki özellikler kullanılarak ($d : 1.19 \text{ g/cm}^3$, % 37'lik) 0.02 N'lik ve 0.1 N'lik HCl çözeltileri hazırlandı.
- b) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$: 0.025 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 'ün sudaki çözeltisi hazırlandı.
- c) Na_2CO_3 : 0.025 M Na_2CO_3 'ın sudaki çözeltisi hazırlandı.
- d) NaOH : 0.5 M'lık ve %40'lık NaOH'in sudaki çözeltileri hazırlandı.
- e) Na_2SO_3 : 0.94 M Na_2SO_3 'ın sudaki çözeltisi hazırlandı.
- f) $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$: 0.5 M $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 'ın sudaki çözeltisi hazırlandı.
- g) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$: 0.37 M $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ 'ın sudaki çözeltisi hazırlandı.
- h) H_3PO_4 : Şişe üzerindeki özellikler kullanılarak ($d : 1.71 \text{ g/cm}^3$, % 85'lik) hacimce %10'luk ve %70'lik H_3PO_4 çözeltileri hazırlandı.

- t) I_2 : 0.0125 N I_2 'nin sudaki çözeltisi hazırlandı.
- i) $C_{13}H_{14}N_{40}$: 0.04 M $C_{13}H_{14}N_{40}$ 'in asetondaki çözeltisi hazırlandı.
- j) NaOCl : 0.15 M NaOCl'in sudaki çözeltisi hazırlandı.
- k) $Na_2C_2O_4$: $1.5 \cdot 10^{-3}$ M $Na_2C_2O_4$ 'ın sudaki çözeltisi hazırlandı.
- l) $KMnO_4$: 0.1 N $KMnO_4$ 'ın sudaki çözeltisi hazırlandı.
- m) Karışık indikatör çözeltisi : 0.04 g metil kırmızısı ile 0.06 g bromokrozol yeşili karıştırılıp 100 ml etanolde çözülerek karışık indikatör çözeltisi hazırlandı.
- n) H_3BO_3 : Borik asidin %4'lük sudaki çözeltisi hazırlandı.

3.2.2. Atık Su Numunelerinin Alınması

Hatay ilinin Güzelburç Beldesinde faaliyet gösteren 15 farklı deri işletmesinden kireçleme ve sepilme prosesleri sonucunda oluşan atık sular, su kirliliği kontrolü yönetmeliği numune alma esaslarına uygun olarak alınmıştır. Alınan atık su numuneleri, belirli zaman aralıkları ile (1 saatte bir) 12 saat boyunca aynı noktadan toplanan numunelerin eşit oranlarda birleştirilmesiyle elde edilmiştir. Atık su numuneleri 2.5 litrelik polietilen kapların içerisinde analizlerin yapılacağı laboratuara getirilmiş ve mümkün olan en kısa sürede analizler gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Atık Su Numunelerinde pH Tayini

pH metre aracılığıyla atık su numunelerinin pH'ları ölçülmüştür.

3.2.4. Atık Su Numunelerinde Askıda Katı Madde (AKM) Miktarı Tayini

Siyah bant filtre kağıtları, 105 °C'de etüvde sabit tartıma getirilip, desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra, hassas terazide tartılarak tara ağırlıkları not edilmiştir. Atık su numunelerinden alınan 20'şer ml'lik örnekler tamamen süzöldükten sonra, filtre kağıtları etüvde 105 °C'de 2 saat süreyle kurutulmuştur. Daha sonra desikatörde soğutulan numuneler tartılarak son tartım değerleri kaydedilmiştir. Son

tartımlardan dara ağırlıkları çıkartılarak 20 ml atık su içerisinde bulunan AKM miktarları belirlenmiştir. Sonra orantı yoluyla 1 L atık su içerisinde bulunan AKM miktarları hesaplanmıştır (Bulur, 2001).

3.2.5. Atık Su Numunelerinde Organik Madde (OM) Miktarı Tayini

20'şer ml'lik atık su örnekleri siyah bant süzgeç kağıtlarından tamamen süzildükten sonra, filtre kağıtları etüvde 180 °C'de 8 saat süreyle kurutulmuştur. Kurutulan katı atıklar önceden sabit tartıma getirilen porselen krozelere konularak 800 °C'deki fırında 1 saat süreyle yakılmıştır. Desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra, tartımları alınmış ve dara ağırlıkları çıkartılarak 20 ml atık su içerisinde bulunan OM miktarları belirlenmiştir. Sonra orantı yoluyla 1 L atık su içerisinde bulunan OM miktarları hesaplanmıştır (Saydam, 1998).

3.2.6. Atık Su Numunelerinde Yağ ve Gres Tayini

30 ml'lik atık su numuneleri ayırma hunilerine konularak üzerlerine 20'şer ml hekzan eklenmiş ve 5 dakika süreyle çalkalanmışlardır. Faz ayrımları gerçekleştikten sonra, üst fazlar, önceden darası alınan beherlere aktarılmışlardır. Beherler ısıtıcıların üzerlerine konularak hekzanın uçması sağlanmıştır. Beherler oda sıcaklığına geldikten sonra hassas terazide tartılarak son tartımlar alınmıştır. Dara ağırlıkları çıkartılarak 30 ml atık su içerisinde bulunan yağ ve gres miktarları belirlenmiştir. Sonra, orantı yoluyla 1 L atık su içerisinde bulunan yağ ve gres miktarları hesaplanmıştır (Bulur, 2001).

3.2.7. Atık Su Numunelerinde Alkalinite Tayini

Atık su numunelerinden 50'şer ml alınarak üzerlerine 3 damla karışık indikatör (pH'ı 5.4 olan metil kırmızısı ve bromkrezol yeşili karışımı) eklenmiştir. 0.02 N'lik ayarlı HCl çözeltisiyle kırmızısı gri renk elde edilinceye kadar titre edilmişlerdir. Harcanan asit miktarları kaydedildikten sonra aşağıdaki bağıntıdan yararlanılarak alkalinite derişimleri mmol L⁻¹ cinsinden hesaplanmıştır (TS 4182, 1998).

$$A = \frac{M.(V_2 - V_3).(1000)}{V_1} \quad (3.1)$$

Denklemden;

A : Numunenin alkalitesi, (mmol L^{-1}),

M : Hidroklorik asit çözeltisinin derişimi, (mol L^{-1}),

V_1 : Numunenin hacmi, (ml),

V_2 : Numunenin titrasyonunda harcanan hidroklorik asit çözeltisinin hacmi, (ml),

V_3 : Tanık numunede harcanan hidroklorik asit çözeltisinin hacmi, (ml), dir.

3.2.8. Atık Su Numunelerinde Krom (III) Tayini

20'şer ml atık su numuneleri alınarak 0.1 N'lik ayarlı KMnO_4 ile koyu mavi renk, açık yeşile dönünceye kadar titre edilmişlerdir. Harcanan KMnO_4 miktarları kaydedildikten sonra, aşağıdaki bağıntıdan yararlanılarak krom (III) miktarları g L^{-1} cinsinden hesaplanmıştır (Saydam, 1998).

$$g = \frac{N.V.MA}{t.1000} \quad (3.2)$$

Denklemden;

N : KMnO_4 'ün normalitesi, (eq L^{-1}),

t : Kromun tesir değeri,

V : Titrasyonda kullanılan KMnO_4 'ün hacmi (ml),

MA : Kromun molekül ağırlığı, (g mol^{-1}),

g : Krom (III) miktarı, (g L^{-1}).

3.2.9. Atık Su Numunelerinde Krom (VI) Tayini

Öncelikle, potasyum dikromat kullanılarak 0.6×10^{-6} , 1.2×10^{-6} , 2.4×10^{-6} , 3.6×10^{-6} , 4.8×10^{-6} ve 6×10^{-6} M'lik standart krom (VI) çözeltileri hazırlanmıştır. Bu konsantrasyonlar, kalibrasyon eğrisinin lineer olduğu bölgede seçilmiştir. Hazırlanan standart çözeltilerin üzerlerine 2 ml fosforik asit çözeltisi (%70'lik), 2 ml 1,5-difenil karbazit çözeltisi eklenerek 100 ml'ye saf su ile seyreltilmiş ve iyice karıştırılmışlardır. 10 dakika bekletildikten sonra 540 nm dalga boyunda UV/ VIS spektrofotometresi

aracılığıyla absorpsiyonları ölçülmüştür. Absorpsiyon şiddetleri standart çözeltilerin bilinen konsantrasyonlarına karşı grafiğe geçirilmiş ve böylece kalibrasyon doğruları elde edilmiştir.

50'şer ml atık su numuneleri alınıp, 1'er ml 0.5 M $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ çözeltisi eklendikten sonra iyice karıştırılarak pH'ları ölçülmüştür. pH değerlerinin 7.5-8 aralığının dışında bulunduğu durumlarda, sodyum hidroksit (0.5 M) veya fosforik asit (%10'luk) çözeltisi eklemek suretiyle, pH değerleri bu aralığa getirilmiştir. Sonra, üzerlerine 0.1 ml 0.37 M alüminyum sülfat çözeltisi eklenip, fosforik asit (%10'luk) çözeltisi kullanılarak ortamın pH'ının 7-7.2 aralığında olması sağlanmıştır. Daha sonra, 5 ml 0.94 M sodyum sülfat çözeltisi eklenerek, çökeleğin oluşması için 2 saat beklenmiştir. Süzme işlemi sırasında, süzüntülerin ilk 50 ml'leri atıldıktan sonra, süzüntülerden 50'şer ml alınarak üzerlerine 5'şer ml 0.15 M sodyum hipoklorit, 2'şer ml fosforik asit çözeltisi (% 70'lik), 10'ar gram sodyum klorür, 2'şer ml 0.04 M 1,5-difenil karbazit çözeltisi eklenmiş ve saf su ile 100 ml'ye seyreltilmişlerdir. Numuneler 10 dakika bekletildikten sonra, 540 nm dalga boyuna ayarlanmış UV/ VIS spektrofotometresi aracılığıyla absorpsiyonları ölçülmüştür. Daha sonra, kalibrasyon doğrularından yararlanılarak krom (VI) içerikleri belirlenmiştir. Tüm ölçümler üçer kez tekrarlanmıştır.

Tanık değerleri belirleyebilmek için, numune yerine saf su kullanılarak yukarıdaki tüm işlemler paralel şekilde gerçekleştirilmiştir (Baltacı, 2000).

3.2.10. Atık Su Numunelerinde Sülfür Tayini

Atık su numunelerinden 20'şer ml alınıp üzerlerine 2'şer ml 6 N'lik HCl çözeltisinden ilave edilmiştir. Daha sonra taze hazırlanmış nişasta çözeltisinden 3'er ml eklenmiş ve çözeltinin rengi kırmızı oluncaya kadar 0.1 M'lık iyot çözeltisi ile titre edilmişlerdir. Harcanan iyot çözeltilerinin miktarları kaydedildikten sonra aşağıdaki bağıntıdan yararlanılarak kükürt miktarları $g L^{-1}$ cinsinden hesaplanmıştır (Saydam, 1998).

$$g = \frac{S.N.MA}{t.1000} \quad (3.3)$$

Denklemdede;

- g : Kükürtün gram cinsinden miktarı, (g L^{-1}),
 S : Titrasyonda harcanan iyot çözeltisinin hacmi, (ml),
 N : İyot çözeltisinin normalitesi, (mol L^{-1}),
 MA : Kükürtün mol kütlesi, (g mol^{-1}),
 t : Kükürtün tesir değeri.

3.2.11. Atık Su Numunelerinde Amonyum Azotu Tayini

Atık su numunelerinden 25'şer ml alınarak üzerlerine ortamı bazikleştirmek için %40'luk NaOH çözeltisi ilave edilmiştir. Sonra 4 dakika süreyle destilasyon yapılmıştır. Destilatlar 10 ml %4'lük H_3BO_3 'li indikatör karışımında (metil kırmızısı ve bromkrezol yeşili) tutulmuşlardır. Daha sonra kesin normalitesi 0.1106 olan HCl çözeltisi ile renk yeşilden kırmızımsı oluncaya kadar titre edilmişlerdir. Harcanan HCl çözeltilerinin miktarları kaydedildikten sonra aşağıdaki bağıntıdan yararlanılarak amonyum azotu miktarları mg L^{-1} cinsinden hesaplanmıştır (Mulvaney, 1996).

$$m = \frac{(S - T).N.me.1000}{V} \quad (3.4)$$

Denklemdede;

- m : Amonyum azotunun miligram cinsinden değeri, (mg L^{-1}),
 S : Titrasyonda harcanan HCl miktarı, (ml),
 N : HCl'nin normalitesi, (eq L^{-1}),
 V : Numunenin hacmi, (ml),
 me : Azotun miliekivalenti,
 T : Tanık değer ölçümleri.

3.2.12. Atık Su Numunelerinde Toplam Azot Tayini

25'şer ml atık su numuneleri alınarak, Gerhard ısıtıcılarında ısıtılarak kurutulmuşlardır. Üzerlerine 20'şer ml derişik H_2SO_4 ve 2'şer g katalizör karışımı (10:1:0.5 oranında K_2SO_4 : FeSO_4 : CuSO_4) ilave edilmiştir. Örnekler açık yeşil oluncaya

kadar 385 – 400 °C sıcaklıkta, Gerhard ısıtıcılarında ısıtma işlemine devam edilmiştir. Daha sonra yukarıda amonyum azotu tayini kısmında anlatılan tüm işlemler gerçekleştirilerek, toplam azot miktarları tayin edilmiştir (Bremner, 1996).

3.2.13. Atık Su Numunelerinde KOİ Tayini

Hazır numune kitleri içerisine 2'şer ml atık su numuneleri konularak, iyice çalkalanmışlardır. Önceden sıcaklığı 148 °C'ye ayarlanmış ısıtıcıda 2 saat bekletilmişlerdir. Daha sonra, oda sıcaklığına kadar soğutulan numunelerin spektrofotometre aracılığıyla KOİ değerleri okunmuştur (Baltacı, 2000).

3.2.14. Atık Su Numunelerinde BOİ Tayini

Cihazın kullanım talimatnamesinde yer alan numune hacimleri ve çarpım katsayılarını taşıyan listeye göre atık su numuneleri özel BOİ şişelerine konulmuş ve üzerlerine 2-3 damla nitrüent çözeltisi damlatılmıştır. Şişe kapaklarına konulan yarı tıpların içerisine NaOH tabletlerinden 2-3 tane konularak şişelerin ağızlarına yerleştirilmişlerdir. BOİ şişeleri sıfıra ayarlanmış manometreler ile kapatılarak karıştırıcıdaki yerlerine konulmuşlardır. Her gün aynı saatte günlük BOİ değerleri okunarak not edilmiştir. 5 gün sonunda aranılan BOİ₅ değerleri okunduktan sonra, çarpan sayısı ile çarpılarak sonuçlar kaydedilmiştir (Baltacı, 2000).

3.3. Kirlilik Yükü Azaltma Çalışmaları

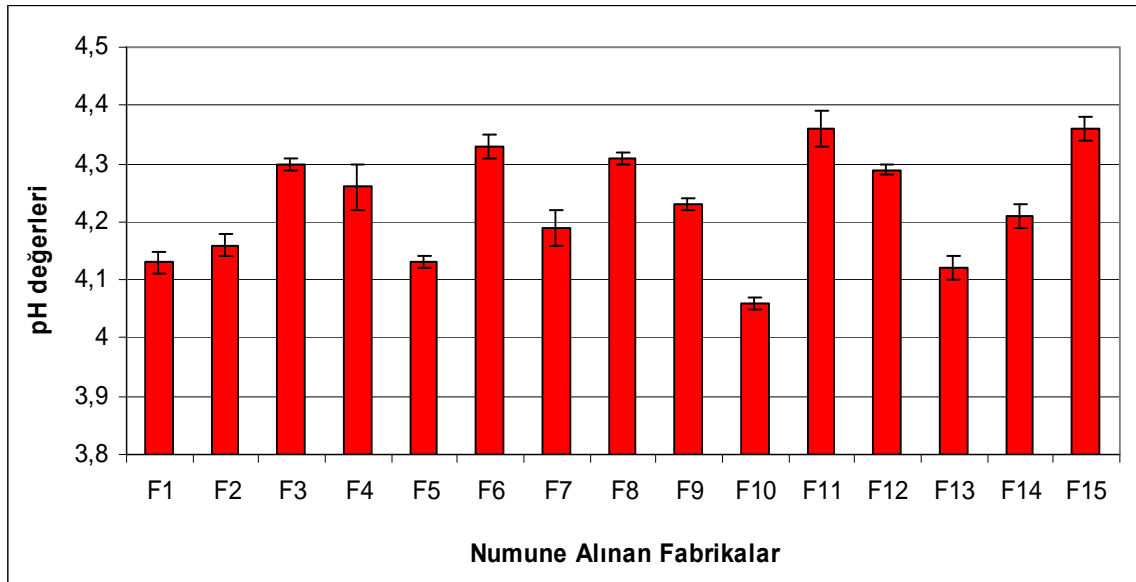
Literatürde kireçleme atık suları ile kromlu tabaklama atık sularını uygun oranlarda karıştırmak suretiyle kirlilik yükünün önemli miktarlarda azaltılabileceği belirtilmiştir (Bajza ve Vrcek, 2001). Bu çalışmada, atık su numunesi alınan fabrikalardan 2 nolu fabrikaya ait kireçleme ve kromlu tabaklama proseslerine ait atık sular 1:9, 3:7, 5:5, 7:3, 9:1 oranlarında karıştırılarak, pH, AKM miktarı, KOİ ve BOİ değerleri, krom(III) ve sülfür konsantrasyonları incelenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

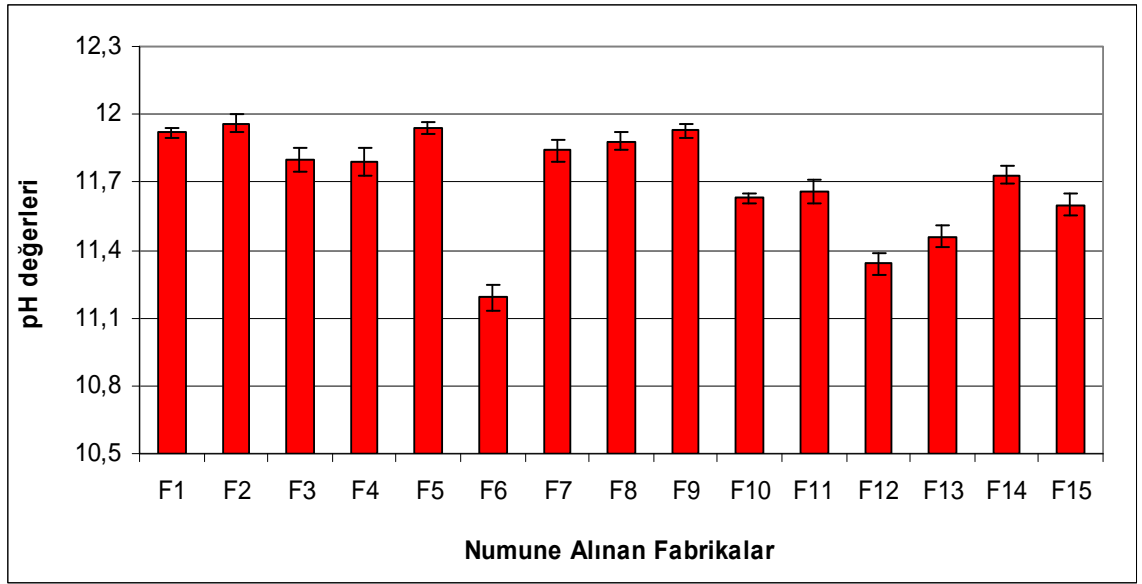
Yapılan tüm deneysel çalışmalar, bu teze kaynak oluşturan önceki çalışmalar ve elde edilen bulgular tartışılmıştır. Araştırma bulguları ve tartışma, materyal ve metot kısmındaki alt başlıklara uygun olarak verilmiştir.

4.1. pH

Tüm fabrikalardan alınan kromlu tabaklama ve kireçleme atık su örneklerinin pH değerleri sırasıyla Şekil 4.1 ve 4.2’de verilmiştir. Kromlu tabaklama atık su örneklerinin pH değerleri 4.06 ± 0.01 – 4.36 ± 0.02 arasında, kireçleme atık su örneklerinin pH değerleri ise, 11.19 ± 0.06 – 11.96 ± 0.04 arasında bulunmuştur. Bulunan bu değerler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğince belirlenmiş olan deri atık sularının alıcı ortama deşarj standartları ile (6-9) karşılaştırıldığında, kromlu tabaklama atık sularının bu standardın altında, kireçleme atık sularının ise üzerinde olduğu görülmüştür.



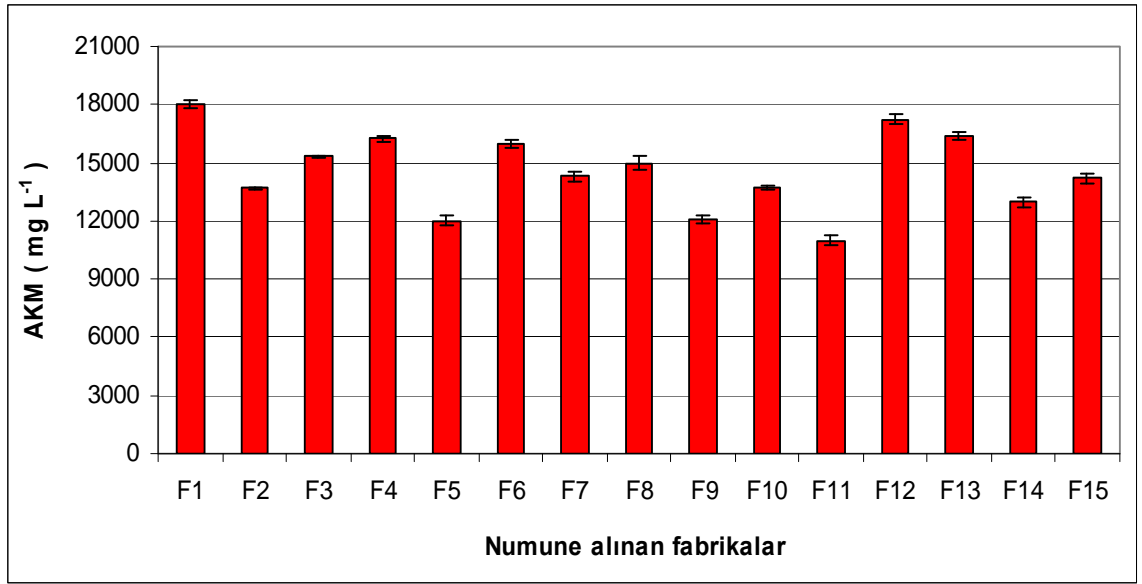
Şekil 4.1. Kromlu Tabaklama Atık Su Örneklerinin pH Değerleri



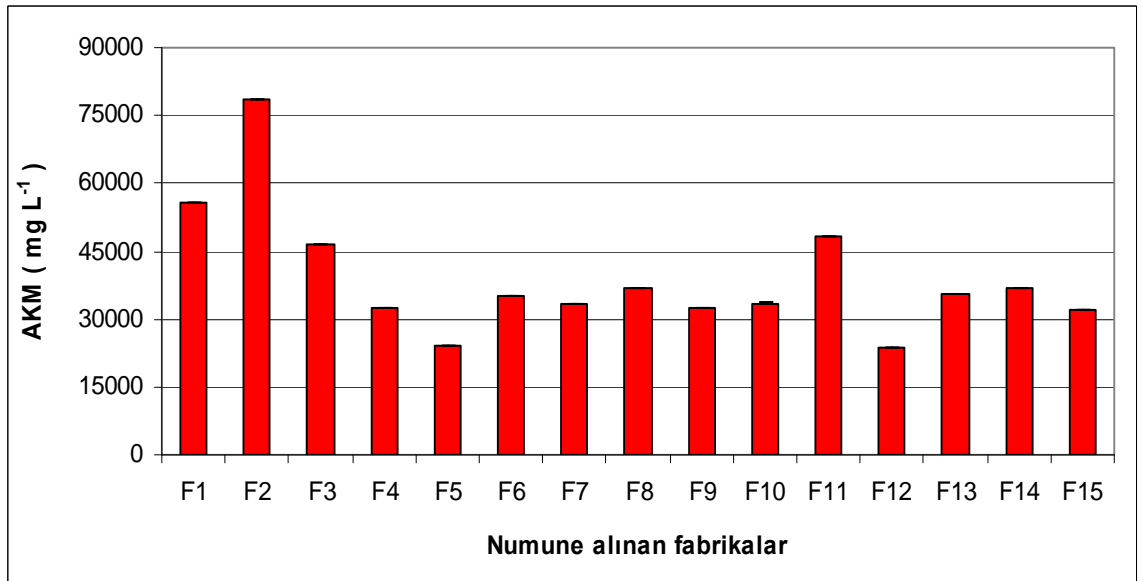
Şekil 4.2. Kireçleme Atık Su Örneklerinin pH Değerleri

4.2. Askıda Katı Madde (AKM) Miktarı

Tüm fabrikalardan alınan kromlu tabaklama ve kireçleme atık su örneklerinin AKM miktarları sırasıyla Şekil 4.3 ve 4.4'de verilmiştir. Kromlu tabaklama atık su örneklerinin AKM miktarları $12000 \pm 50.0 - 18000 \pm 208.2 \text{ mg L}^{-1}$ arasında, kireçleme atık su örneklerinin AKM miktarları ise, $24350 \pm 15.0 - 78425 \pm 30.1$ arasında bulunmuştur. Bulunan bu değerler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğince belirlenmiş olan deri atık sularının alıcı ortama deşarj standartları ile (125 mg L^{-1}) karşılaştırıldığında, bu standardın oldukça üzerinde bulunduğu görülmüştür.



Şekil 4.3. Kromlu Tabaklama Atık Su Örneklerinin AKM Miktarları(mg L⁻¹)

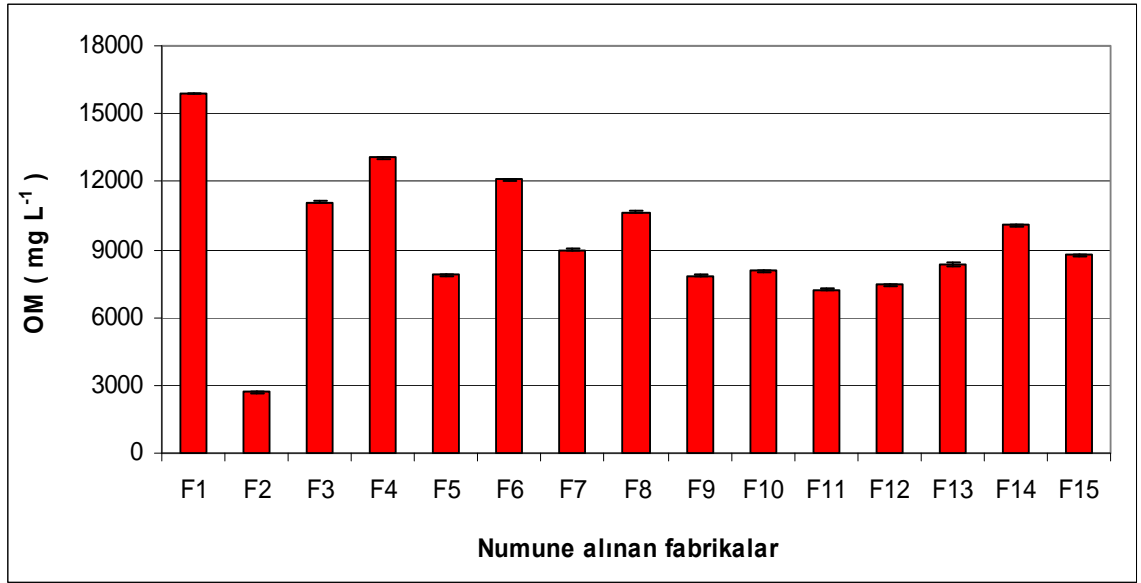


Şekil 4.4. Kireçleme Atık Su Örneklerinin AKM Miktarları (mg L⁻¹)

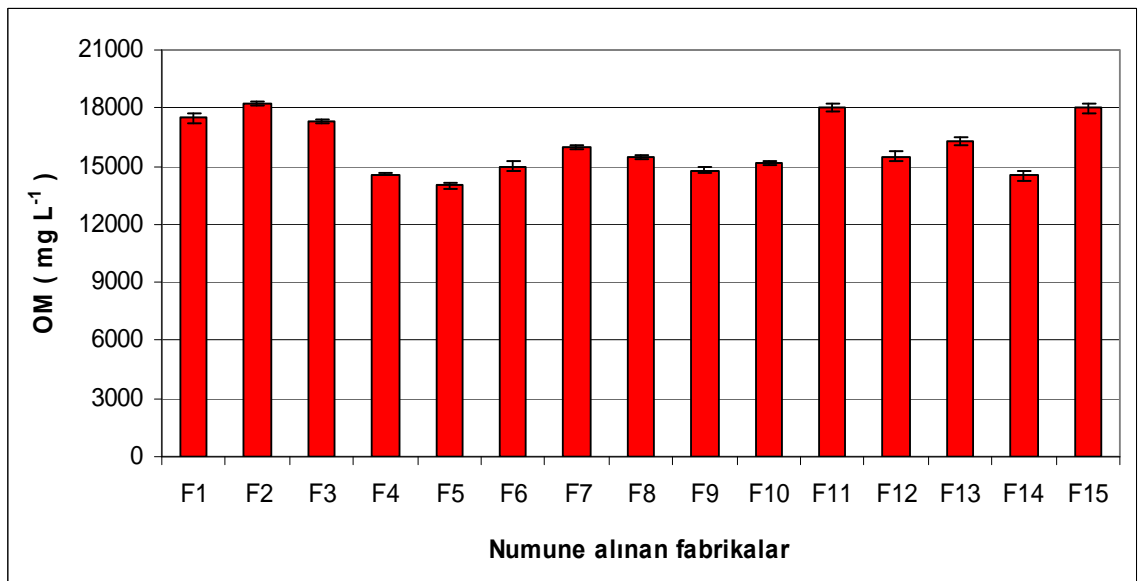
4.3. Organik Madde (OM) Miktarı

Tüm fabrikalardan alınan kromlu tabaklama ve kireçleme atık su örneklerinin OM miktarları sırasıyla Şekil 4.5 ve 4.6'de verilmiştir. Kromlu tabaklama atık su örneklerinin OM miktarları $2700 \pm 32.3 - 15870 \pm 25.2$ mg L⁻¹ arasında, kireçleme atık

su örneklerinin OM miktarları ise, $14000 \pm 132.3 - 18250 \pm 132.3 \text{ mg L}^{-1}$ arasında bulunmuştur. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğince belirlenmiş olan deri atık sularının alıcı ortama deşarj standartları arasında, organik madde miktarı ile ilgili bir değer bulunmamaktadır. Ancak, organik maddeleri de içine alan, deşarj edilmesine izin verilen toplam AKM miktarı 125 mg L^{-1} olduğu için, belirlenen OM miktarları da deşarj standartlarının oldukça üzerindedir.



Şekil 4.5. Kromlu Tabaklama Atık Su Örneklerinin OM Miktarları (mg L^{-1})



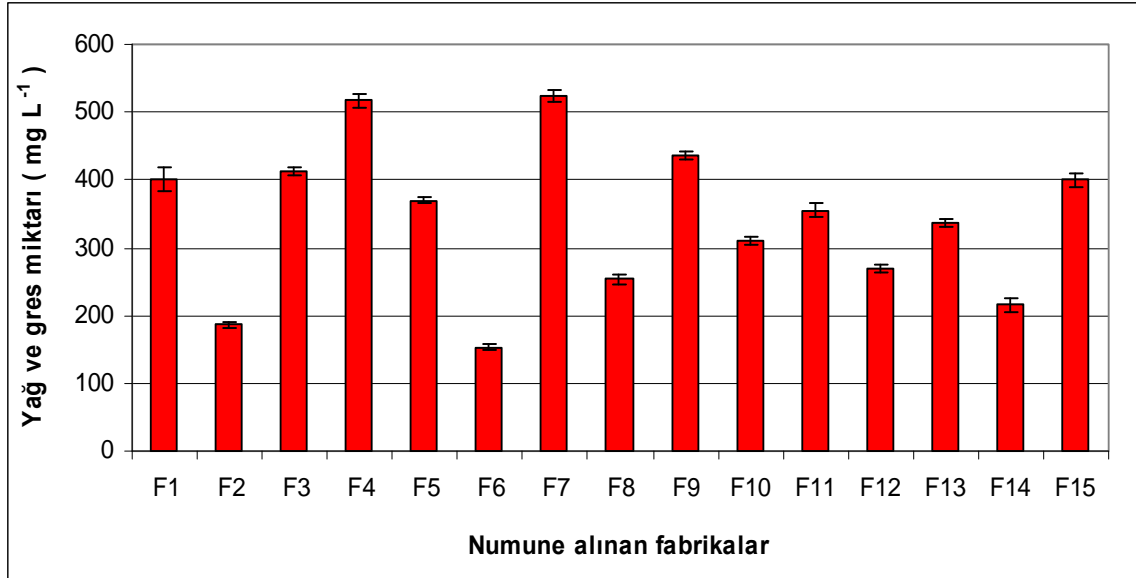
Şekil 4.6. Kireçleme Atık Su Örneklerinin OM Miktarları (mg L^{-1})

4.4. Yağ ve Gres

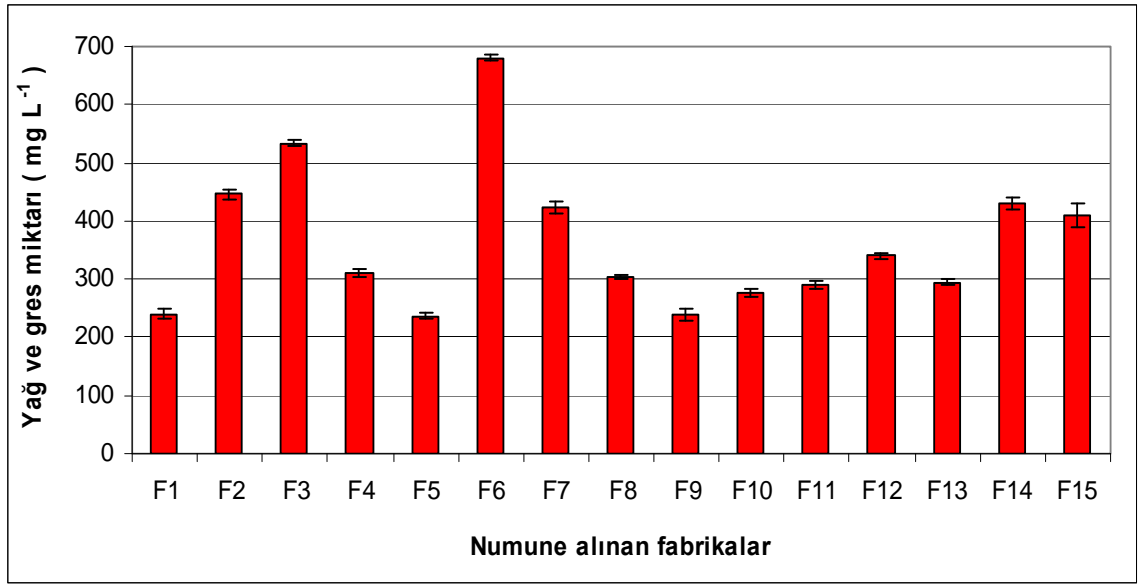
Tüm fabrikalardan alınan kromlu tabaklama ve kireçleme atık su örneklerinin yağ ve gres miktarları sırasıyla Şekil 4.7 ve 4.8’de verilmiştir. Kromlu tabaklama atık su örneklerinin yağ ve gres miktarları $153.33 \pm 4.9 - 523.3 \pm 11.5 \text{ mg L}^{-1}$ arasında, kireçleme atık su örneklerinin yağ ve gres miktarları ise, $236.6 \pm 5.5 - 680 \pm 5.0 \text{ mg L}^{-1}$ arasında bulunmuştur. Bulunan bu değerler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğince belirlenmiş olan deri atık sularının alıcı ortama deşarj standartları ile (30 mg L^{-1}) karşılaştırıldığında, bu standardın çok üzerinde olduğu görülmüştür.

4.5. Alkalinite

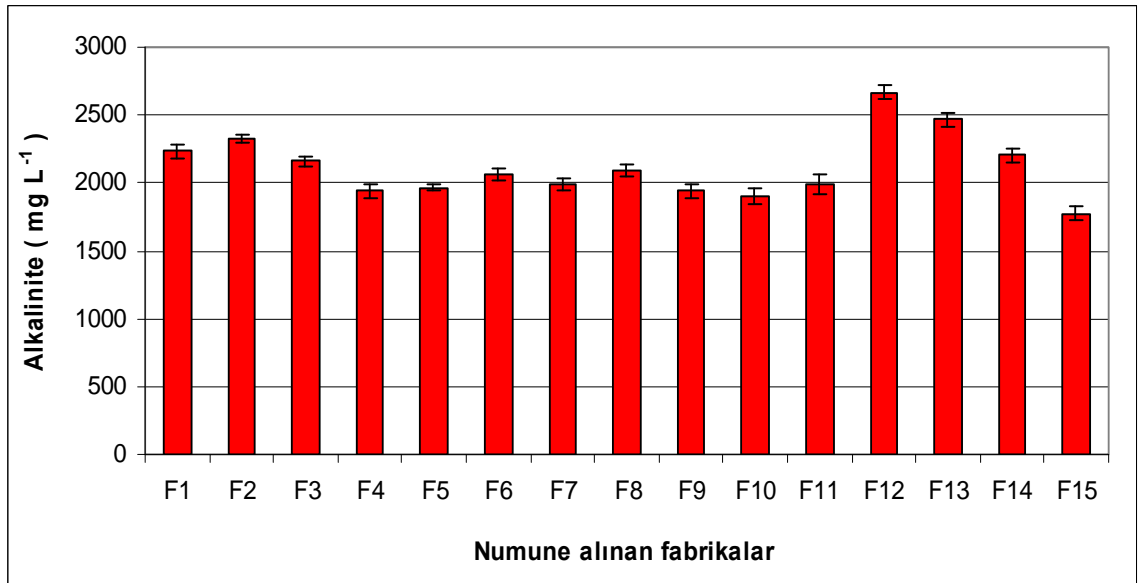
Tüm fabrikalardan alınan kireçleme atık su örneklerine ait alkalinite değerleri Şekil 4.9’da verilmiştir. Kireçleme atık su örneklerinin alkalinite değerleri 1776 ± 52.2 ile $2664 \pm 50.6 \text{ mg L}^{-1}$ arasında bulunmuştur. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğince belirlenmiş olan deri atık sularının alıcı ortama deşarj standartları içerisinde alkalinite ile ilgili herhangi bir bilgi olmadığı için, bulunan değerler bu standartlarla karşılaştırılmamıştır.



Şekil 4.7. Kromlu Tabaklama Atık Su Örneklerinin Yağ ve Gres Miktarları (mg L^{-1})



Şekil 4.8. Kireçleme Atık Su Örneklerinin Yağ ve Gres Miktarları (mg L⁻¹)



Şekil 4.9. Kireçleme Atık Su Örneklerinin Alkalinite Değerleri (mg L⁻¹)

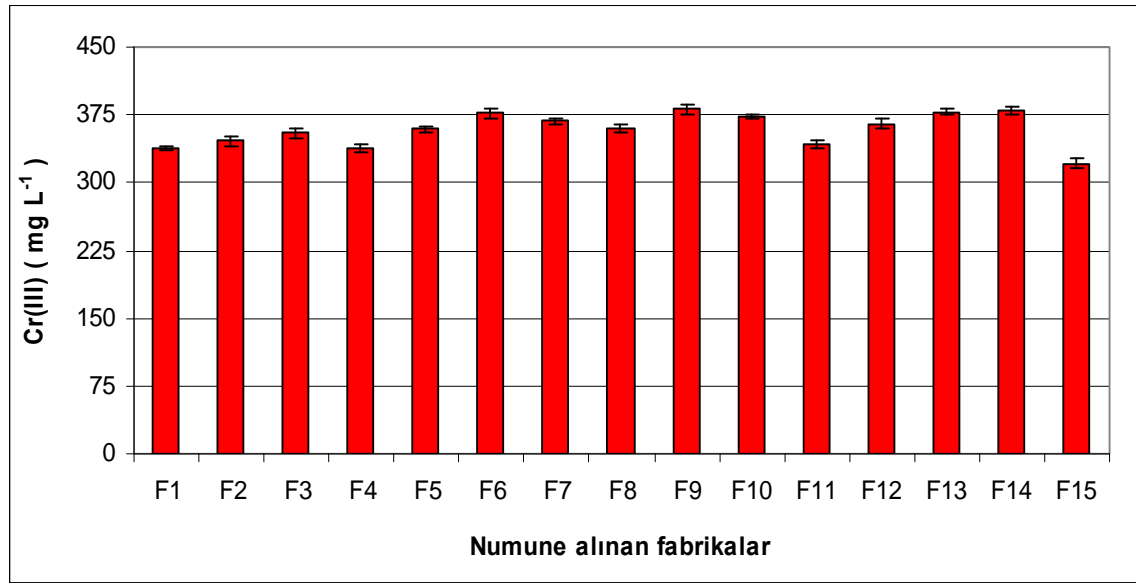
4.6. Krom (III)

Tüm fabrikalardan alınan kromlu tabaklama atık su örneklerinin Cr (III) miktarları Şekil 4.10'da verilmiştir. Kromlu tabaklama atık su örneklerinin Cr (III) miktarları $321 \pm 4.5 - 380 \pm 5.0$ mg L⁻¹ arasında bulunmuştur. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğince belirlenmiş olan deri atık sularının alıcı ortama deşarj standartları

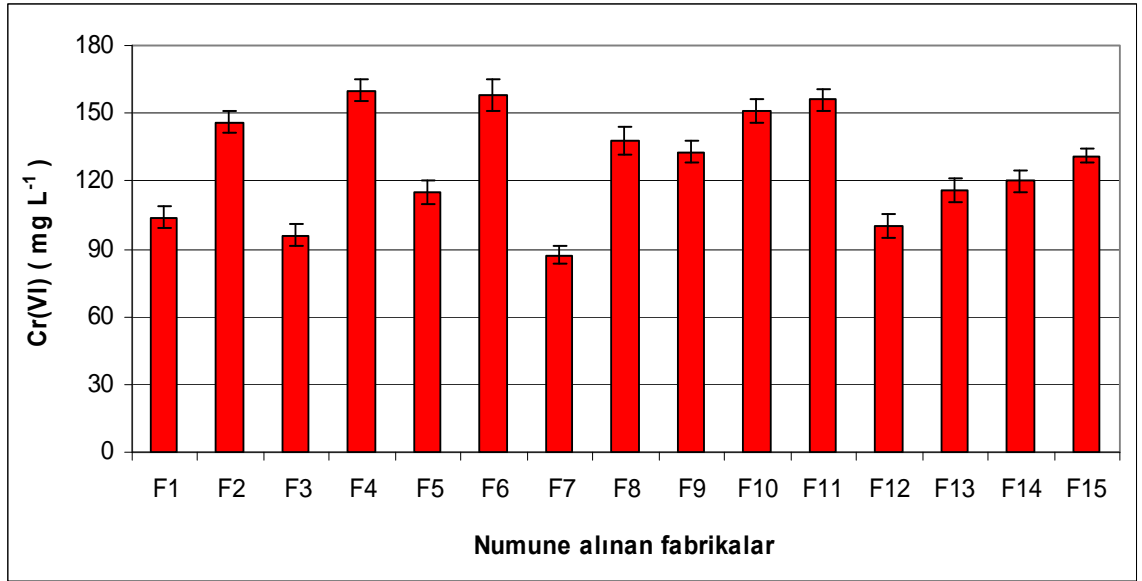
arasında, krom(III) ile ilgili bir değer bulunmamakla birlikte, deşarjına izin verilen toplam krom miktarı 3 mg L^{-1} olarak ifade edilmiştir. Belirlenen krom(III) miktarları, hem krom (III), hem de krom(VI)'yı içeren bu değerın bile oldukça üzerinde bulunmuştur.

4.7. Krom (VI)

Tüm fabrikalardan alınan kromlu tabaklama atık su örneklerinin Cr (VI) miktarları Şekil 4.11'de verilmiştir. Kromlu tabaklama atık su örneklerinin Cr (VI) miktarları $87 \pm 3.6 - 160 \pm 5.0 \text{ mg L}^{-1}$ arasında bulunmuştur. Bulunan bu değerler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğince belirlenmiş olan deri atık sularının alıcı ortama deşarj standartları ile (0.5 mg L^{-1}) karşılaştırıldığında, bu standardın çok üzerinde olduğu görülmüştür.



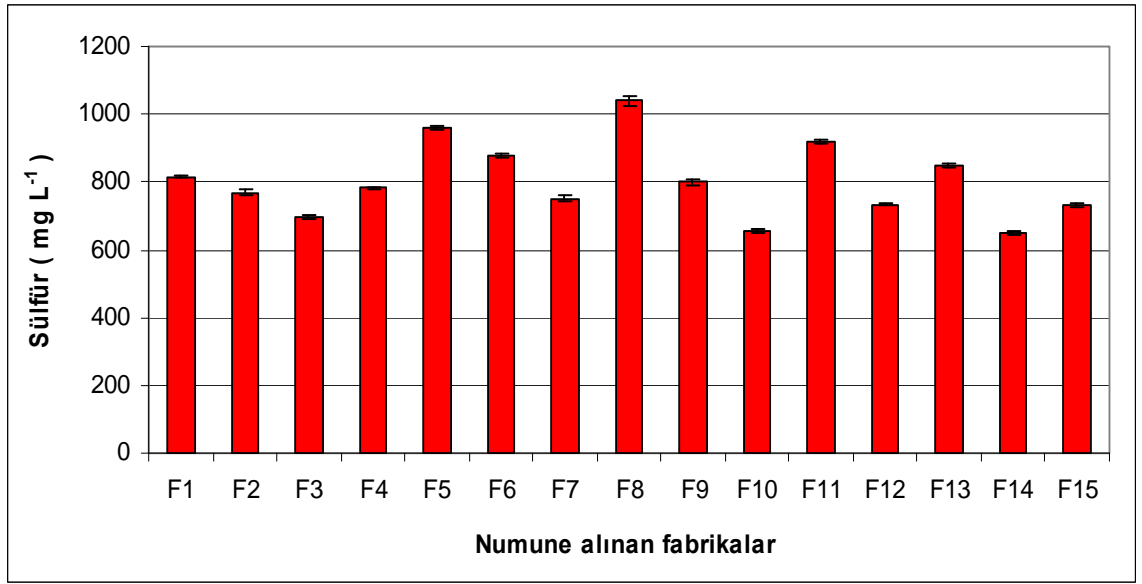
Şekil 4.10 Kromlu Tabaklama Atık Su Örneklerinin Cr(III) Miktarları (mg L^{-1})



Şekil 4.11 Kromlu Tabaklama Atık Su Örneklerinin Cr(VI) Miktarları (mg L⁻¹)

4.8. Sülfür

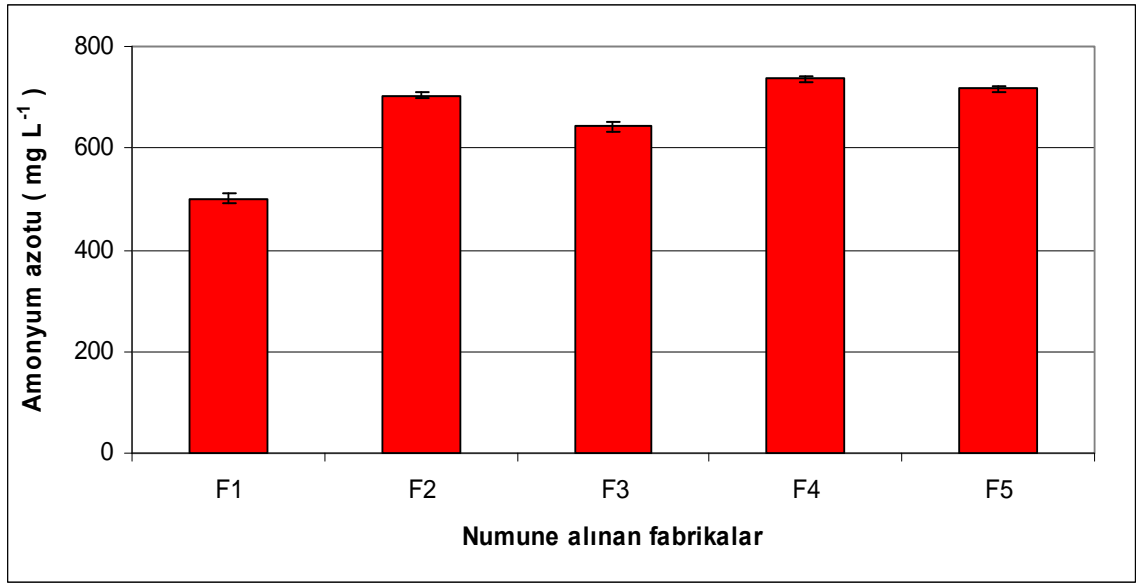
Tüm fabrikalardan alınan kireçleme atık su örneklerine ait [S⁻²] konsantrasyonları Şekil 4.12’de verilmiştir. Kireçleme atık su örneklerinin [S⁻²] konsantrasyonları 649 ± 4.5 – 1040 ± 12.6 mg L⁻¹ arasında bulunmuştur. Bulunan bu değerler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğince belirlenmiş olan deri atık sularının alıcı ortama deşarj standartları ile (2 mg L⁻¹) karşılaştırıldığında, bu standardın çok üzerinde olduğu görülmüştür.



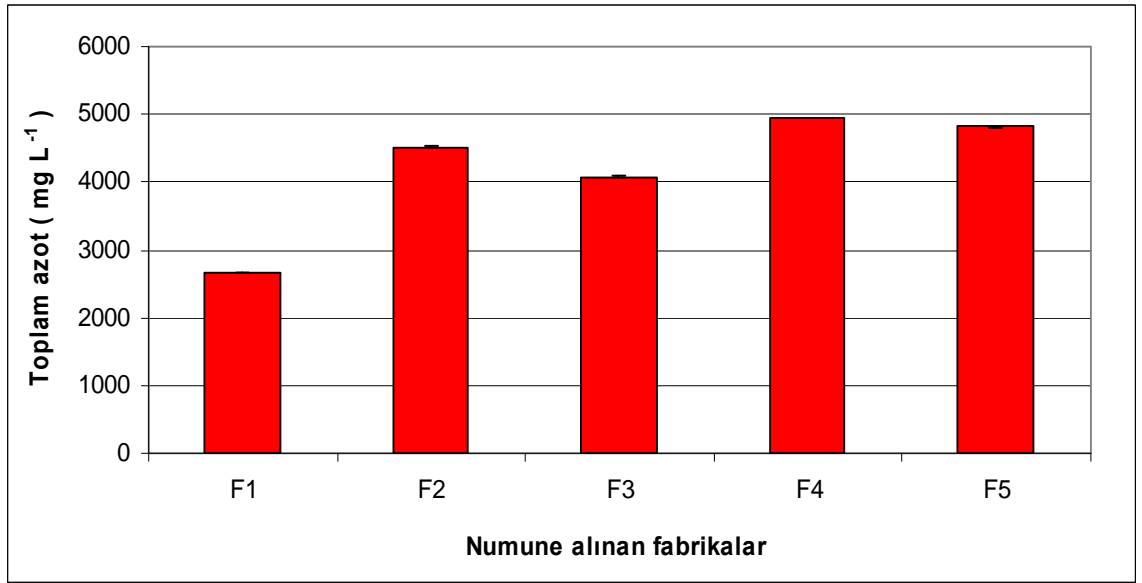
Şekil 4.12 Kireçleme Atık Su Örneklerinin Sülfür Konsantrasyonları (mg L⁻¹)

4.9. Amonyum ve Toplam Azot

Hem bölümümüzde, hem de Üniversitemiz Ziraat Fakültesinde bulunan azot tayin cihazlarının arızalı olması nedeniyle, tüm fabrikalardan alınan atık su örneklerinin amonyum azotu tayinleri yapılamamıştır. 15 fabrika için gerçekleştirilen bütün analizlerin sonuçları göz önünde bulundurularak, yaklaşık olarak benzer sonuçlara sahip olan fabrikalar sınıflandırılmış ve her sınıftan bir fabrika alınarak, toplam 5 fabrikanın atık sularında azot tayinleri yapılmıştır. Beş fabrikalardan alınan kireçleme atık su örneklerinin amonyum azotu ve toplam azot konsantrasyonları sırasıyla Şekil 4.13 ve 4.14'de verilmiştir. Kireçleme atık su örneklerinde amonyum azotu konsantrasyonları $501 \pm 10.0 - 736 \pm 5.0$ mg L⁻¹ arasında, toplam azot konsantrasyonları ise, $2658 \pm 7.5 - 4946 \pm 5.0$ mg L⁻¹ arasında bulunmuştur. Bulunan değerler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğince toplam Kjeldahl azotu için belirlenmiş olan deri atık sularının alıcı ortama deşarj standartları ile (20 mg L⁻¹) karşılaştırıldığında, bu standardın oldukça üzerinde oldukları görülmüştür.



Şekil 4.13 Kireçleme Atık Su Örneklerinin NH₄-N Konsantrasyonları (mg L⁻¹)

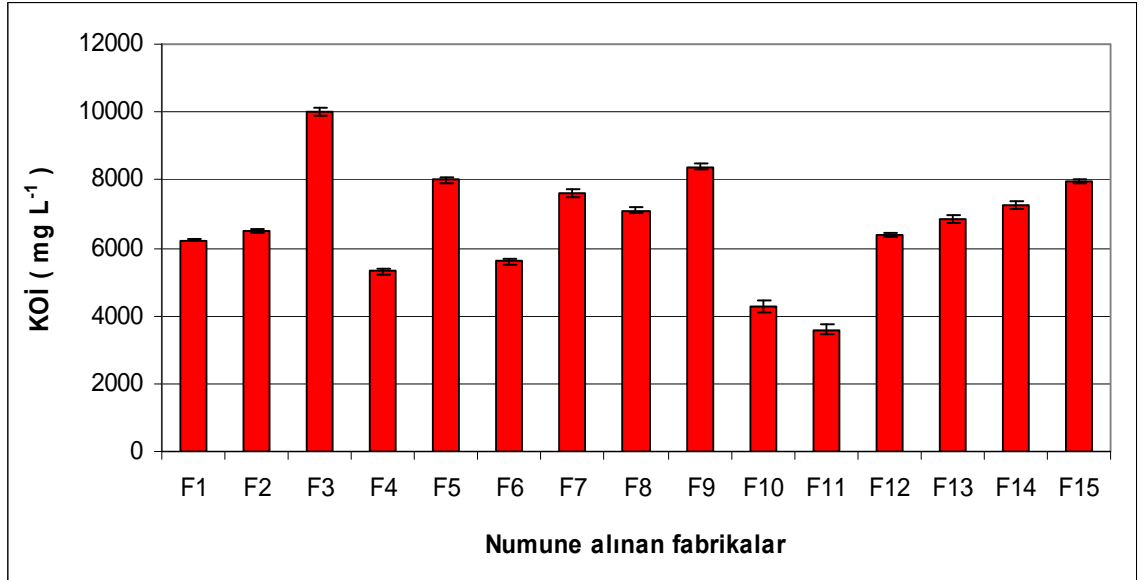


Şekil 4.14 Kireçleme Atık Su Örneklerinin Toplam Azot Konsantrasyonları (mg L⁻¹)

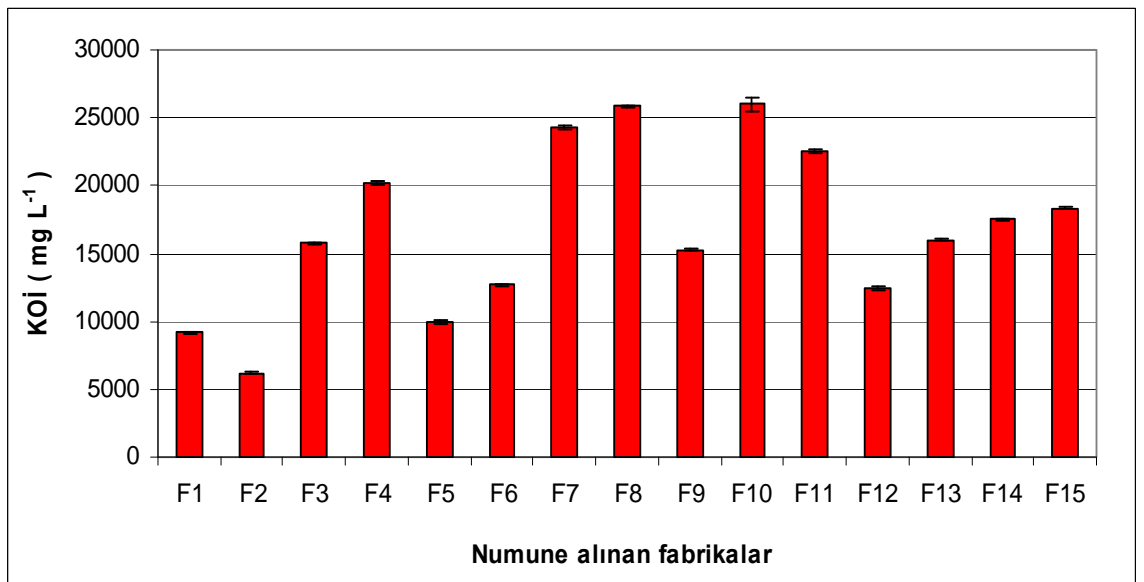
4.10. KOİ

Tüm fabrikalardan alınan kromlu tabaklama ve kireçleme atık su örneklerinin KOİ değerleri sırasıyla Şekil 4.15 ve 4.16'da verilmiştir. Kromlu tabaklama atık su örneklerinin KOİ değerleri $3600 \pm 152.7 - 10000 \pm 125.8$ mg L⁻¹ arasında, kireçleme atık su örneklerinin KOİ değerleri ise, $6210 \pm 86.2 - 26000 \pm 492.4$ mg L⁻¹ arasında

bulunmuştur. Bulunan değerler, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğince belirlenmiş olan deri atık sularının alıcı ortama deşarj standartları ile (300 mg L^{-1}) karşılaştırıldığında, bu standardın oldukça üzerinde olduğu görölmüştür.



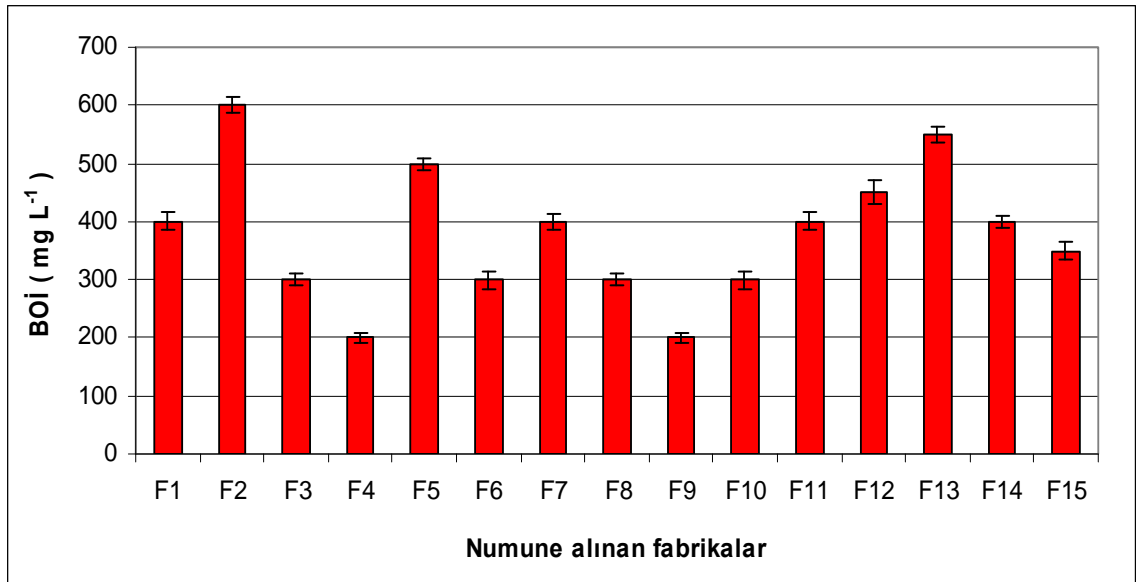
Şekil 4.15 Kromlu Tabaklama Atık Su Örneklerinin KOİ Değerleri (mg L^{-1})



Şekil 4.16 Kireçleme Atık Su Örneklerinin KOİ Değerleri (mg L^{-1})

4.11. BOİ

Tüm fabrikalardan alınan kromlu tabaklama ve kireçleme atık su örneklerinin BOİ değerleri sırasıyla Şekil 4.17 ve 4.18’de verilmiştir. Kromlu tabaklama atık su örneklerinin BOİ değerleri $200 \pm 10.0 - 600 \pm 12.6 \text{ mg L}^{-1}$ arasında, kireçleme atık su örneklerinin BOİ değerleri ise, $2600 \pm 50.0 - 6100 \pm 50.0 \text{ mg L}^{-1}$ arasında bulunmuştur. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğince belirlenmiş olan deri atık sularının alıcı ortama deşarj standartları ile karşılaştırıldığında (150 mg L^{-1}), kromlu tabaklama atık suları için bulunan değerlerin bu standardın biraz üzerinde, ancak kromlu tabaklama atık su örnekleri için bulunan değerlerin ise, oldukça üzerinde olduğu görülmüştür.



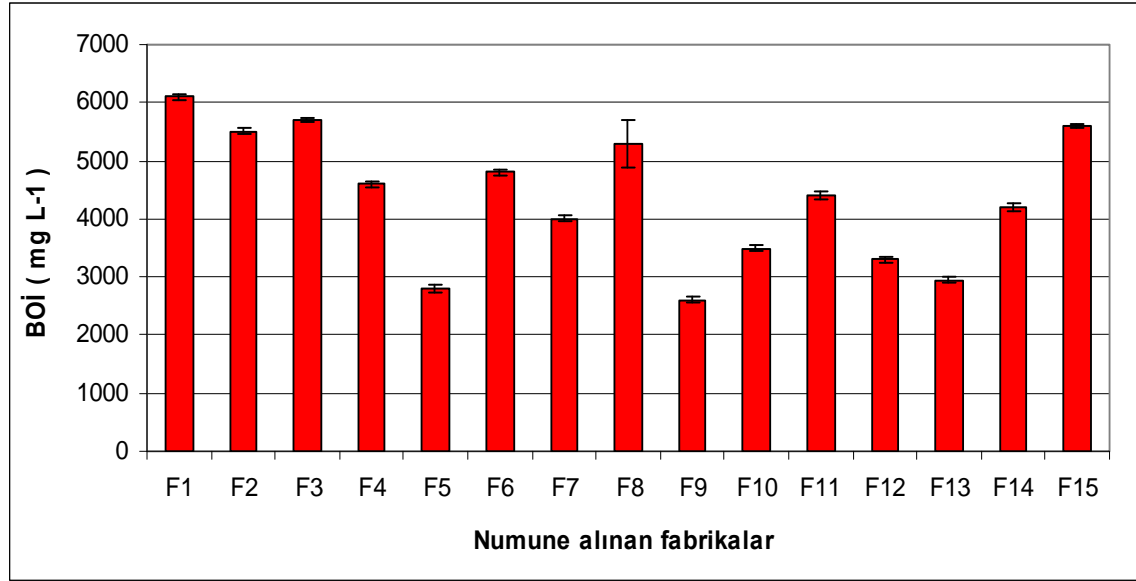
Şekil 4.17 Kromlu Tabaklama Atık Su Örneklerinin BOİ Değerleri (mg L^{-1})

4.12. Kirlilik Yükünün Azaltılması

2 nolu fabrikaya ait kireçleme ve kromlu tabaklama atık sularının 1:9, 3:7, 5:5, 7:3, 9:1 oranlarında karıştırılması ile elde edilen karışımların pH'ları, AKM miktarları, KOİ ve BOİ değerleri, krom(III) ve sülfür konsantrasyonları belirlenmiş ve Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1.'den görüleceği gibi, kireçleme ve kromlu tabaklama atık sularının 1:9 oranında karıştırılması ile pH değeri 7.34'e yani nötrü yakın bir değere, AKM

miktarı 78425 mg L^{-1} 'den 18430 mg L^{-1} 'e, BOİ değeri 6500 mg L^{-1} 'den 1300 mg L^{-1} 'e, S^{-2} konsantrasyonu 768 mg L^{-1} 'den 200 mg L^{-1} 'e düşürülmüştür. Benzer şekilde, atık suların 5:5 oranında karıştırılması ile KOİ değeri 6210 mg L^{-1} 'den 3500 mg L^{-1} 'e, 9:1 oranında karıştırılması ile de, Cr(III) konsantrasyonu 346 mg L^{-1} 'den 98 mg L^{-1} 'e düşürülmüştür.



Şekil 4.18 Kireçleme Atık Su Örneklerinin BOİ Değerleri (mg L^{-1})

Çizelge 4.1. 2 Nolu Fabrika için Elde Edilen Değerler

Oran	pH	AKM (mg L^{-1})	KOİ (mg L^{-1})	BOİ (mg L^{-1})	Cr(III) (mg L^{-1})	S^{-2} (mg L^{-1})
1:9	7.34	18430	3950	1300	133	200
3:7	7.58	26540	4100	2000	123	250
5:5	8.3	41200	3500	2500	110	330
7:3	8.4	56000	4300	3210	105	400
9:1	8.7	68000	4500	3860	98	600

4.13. Kirlilik Parametrelerinin Genel Değerlendirilmesi

Tüm fabrikalardan alınan kromlu tabaklama ve kireçleme atık su örnekleri için gerçekleştirilen bütün deneysel çalışmalara ait sonuçları bir arada görebilmek amacıyla

Çizelge 4.2 ve 4.3 düzenlenmiştir. Her iki çizelgede de, tüm analizler için hem ortalama değer, hem de en küçük ve en büyük değerler gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Tüm Fabrikalardan Alınan Kromlu Tabaklama Atık Su Örnekleri İçin Gerçekleştirilen Bütün Deneysel Çalışmalara Ait Sonuçlar

Eflüent	Fab. No	pH	OM (mg.L ⁻¹)	AKM (mg.L ⁻¹)	Yağ ve Gres (mg.L ⁻¹)	Cr(III) (mg.L ⁻¹)	Cr(VI) (mg.L ⁻¹)	KOİ (mg.L ⁻¹)	BOİ (mg.L ⁻¹)
Kromlu Tabaklama	F1	4.10 (4.08-4.13)	15867 (15840-15890)	18160 (18100-18400)	410 (400-415)	338 (335-340)	104 (100-110)	6200 (6150-6230)	400 (390-420)
	F2	4.14 (4.12-4.16)	2735 (2740-2764)	13650 (13600-13700)	186 (180-190)	346 (340-350)	146 (140-150)	6490 (6400-6500)	600 (590-610)
	F3	4.29 (4.28-4.32)	11058 (11095-11000)	15300 (15300-15350)	406 (400-412)	355 (350-360)	96 (95-100)	9900 (9750-10000)	310 (300-320)
	F4	4.26 (4.24-4.28)	13028 (13010-13075)	16150 (16000-16250)	510 (500-515)	338 (335-345)	158 (155-160)	5300 (5250-5450)	200 (190-210)
	F5	4.12 (4.11-4.14)	7840 (7800-7880)	12225 (12000-12500)	365 (360-370)	359 (355-360)	115 (110-120)	8000 (7950-8100)	500 (510-520)
	F6	4.33 (4.30-4.35)	12045 (12015-12075)	16240 (16000-160400)	153 (151-160)	377 (370-380)	158 (150-165)	5575 (5450-5600)	300 (280-310)
	F7	4.19 (4.18-4.20)	9050 (9000-9100)	14267 (14000-14500)	511 (500-523)	368 (365-370)	85 (80-87)	7575 (7350-7600)	400 (415-425)
	F8	4.31 (4.30-4.32)	10650 (10600-10685)	15250 (15000-15600)	258 (253-263)	360 (355-365)	138 (135-140)	7090 (6950-7100)	290 (280-300)
	F9	4.25 (4.23-4.26)	7835 (7800-7865)	12300 (12100-12500)	436 (430-440)	381 (375-385)	130 (125-133)	8390 (8250-8400)	200 (190-210)
	F10	4.04 (4.03-4.06)	8050 (8015-8100)	13700 (13600-13750)	306 (300-310)	373 (370-375)	151 (148-160)	4300 (4100-4450)	300 (280-310)
	F11	4.33 (4.30-4.36)	7225 (7225-7245)	11300 (11000-11400)	360 (355-375)	342 (340-350)	156 (150-160)	3550 (3300-3600)	400 (390-420)
	F12	4.29 (4.28-4.30)	7427 (7400-7450)	17250 (17000-17500)	278 (268-280)	365 (360-370)	105 (100-110)	6400 (6450-6500)	450 (430-470)
	F13	4.12 (4.10-4.14)	8295 (8240-8340)	16280 (16200-16400)	336 (330-340)	378 (375-380)	116 (110-120)	6850 (6800-7050)	540 (525-550)
	F14	4.23 (4.21-4.25)	10053 (10000-10090)	12750 (12500-13000)	216 (200-220)	383 (380-386)	120 (110-125)	7200 (7150-7250)	405 (400-420)
	F15	4.36 (4.34-4.38)	9743 (9700-9770)	14200 (14000-14500)	410 (400-420)	324 (320-330)	131 (130-135)	7960 (7950-8100)	355 (350-380)

Çizelge 4.3. Tüm Fabrikalardan Alınan Kireçleme Atık Su Örnekleri İçin Gerçekleştirilen Bütün Deneysel Çalışmalara Ait Sonuçlar

Eflüent	Fab. No	pH	AKM (mg.L ⁻¹)	OM (mg.L ⁻¹)	Yağ ve Gres (mg.L ⁻¹)	Alkalinite (mg.L ⁻¹)	Sülfür (mg.L ⁻¹)	KOİ (mg.L ⁻¹)	BOİ (mg.L ⁻¹)
Kireçleme	F1	11.86 (11.80-11.92)	55737 (55700-55780)	17300 (17000-17500)	240 (235-250)	2232 (2150-2250)	816 (810-820)	9273 (9200-9350)	6075 (6000-6100)
	F2	11.92 (11.89-11.96)	78428 (78400-78460)	18150 (18000-18250)	439 (430-446)	2328 (2300-2350)	768 (760-775)	6227 (6150-6320)	6450 (6400-6500)
	F3	11.80 (11.75-11.84)	46540 (46500-46600)	17200 (17000-17300)	533 (530-540)	2137 (2100-2160)	696 (690-700)	15650 (15550-15750)	5750 (5700-5760)
	F4	11.67 (11.70-11.81)	32328 (32305-32350)	14585 (14500-14600)	311 (305-320)	1944 (1900-2000)	784 (780-785)	20100 (20000-22000)	1650 (1600-1665)
	F5	11.93 (11.90-11.96)	24335 (24320-24350)	13800 (13750-14000)	231 (230-236)	1968 (1950-2000)	960 (955-970)	10100 (10000-10250)	2800 (2750-2750)
	F6	11.24 (11.19-11.30)	35200 (35280-35220)	15300 (15000-15500)	675 (680-670)	2064 (2000-2100)	880 (875-885)	12600 (12500-12700)	4750 (4700-4800)
	F7	11.80 (11.75-11.84)	33521 (35500-35545)	15885 (15750-16000)	423 (410-420)	1950 (1900-1992)	752 (745-760)	24200 (24100-24300)	4050 (4000-4100)
	F8	11.92 (11.88-11.95)	37038 (37015-37060)	15400 (15300-15500)	308 (305-310)	2050 (2000-2088)	1040 (1025-1050)	25800 (25700-25850)	5200 (5100-5300)
	F9	11.93 (11.90-11.96)	32435 (32440-32490)	14650 (14500-14800)	225 (230-240)	1944 (1900-2000)	810 (800-820)	15200 (15000-15400)	2600 (2550-2650)
	F10	11.62 (11.59-11.63)	33542 (33500-33570)	15090 (15000-15150)	276 (275-285)	1896 (1800-1900)	650 (640-656)	25900 (25750-26000)	1500 (1450-1540)
	F11	11.65 (11.63-11.69)	48425 (48400-48465)	18150 (18000-18400)	290 (285-300)	1992 (1900-2100)	925 (920-930)	22400 (22250-22500)	4400 (4350-4450)
	F12	11.35 (11.30-11.40)	23587 (23500-23660)	15300 (15000-15500)	340 (335-345)	2664 (2600-2700)	734 (730-740)	12500 (12460-12750)	3300 (3250-3350)
	F13	11.45 (11.40-11.50)	35440 (35390-35480)	16280 (16000-16400)	295 (290-300)	2470 (2400-2500)	847 (840-850)	16000 (15950-16100)	2925 (2850-2950)
	F14	11.77 (11.73-11.80)	36750 (36710-36790)	14300 (14000-14500)	420 (410-430)	2208 (2150-2250)	645 (640-649)	17500 (17400-17550)	4200 (4100-4250)
	F15	11.60 (11.56-11.65)	31966 (31810-32090)	17800 (17500-18000)	410 (390-430)	1775 (1700-1800)	731 (725-735)	18300 (18250-18400)	5650 (5600-5700)

5. TARTIŞMA

Tüm fabrikalardan alınan kromlu tabaklama ve kireçleme atık su örnekleri için gerçekleştirilen bütün deneysel çalışmaların ortalamaları alınarak Çizelge 4.3’de verilmiştir. Aynı çizelgede, hem Türkiye’de hem de yurtdışında gerçekleştirilen çalışmalara ait veriler de gösterilmiş ve bu sayede karşılaştırma yapma imkanı sağlanmıştır.

Kromlu tabaklama atık su örnekleri için elde edilen sonuçlar, hem yurtiçinde hem de yurtdışında gerçekleştirilen çalışmalarla karşılaştırıldığında; pH değerinin (4.23), Hırvatistan (3.9), Şili (3.7; 3.72) ve Yunanistan’dakilerden (3.2) daha yüksek ancak çok da farklı olmadığı, KOİ değerinin (6740 mg L^{-1}) İstanbul’dakinden (2980 mg L^{-1}) yüksek, Hırvatistan (6400 mg L^{-1}) ve Şili’deki (7150 mg L^{-1}) ile yaklaşık aynı olduğu, BOİ değerinin (377 mg L^{-1}), Hırvatistan (2500 mg L^{-1}), Şili (927 mg L^{-1}) ve Yunanistan’dakilere (700 mg L^{-1}) göre çok daha düşük olduğu, Cr (III) konsantrasyonunun (372 mg L^{-1}), Hırvatistan’dakinden (561 mg L^{-1}) daha düşük olduğu, toplam krom konsantrasyonunun (499 mg L^{-1}), İstanbul’dakine (550 mg L^{-1}) oldukça yakın, Şili’dekenden (3230 mg L^{-1}) çok daha az olduğu, AKM miktarının (12662 mg L^{-1}), İstanbul’dakinden (827 mg L^{-1}) çok yüksek, Şili’dekenden (8600 mg L^{-1}) yüksek, Yunanistan’dakinden ise (75800 mg L^{-1}) çok düşük olduğu görülmüştür.

Kireçleme atık su örnekleri için elde edilen sonuçlar, hem yurtiçinde hem de yurtdışında gerçekleştirilen çalışmalarla karşılaştırıldığında; pH değerinin (11.71), Hırvatistan (12.5), Şili (11.58; 12.3) ve Yunanistan’daki (11.6) ile hemen hemen aynı olduğu, KOİ değerinin (16821 mg L^{-1}), İstanbul (8365 mg L^{-1}) ve Şili’dekenden (8456 ; 12650 mg L^{-1}) yüksek, Hırvatistan’dakinden (22510 mg L^{-1}) düşük olduğu, BOİ değerinin (4357 mg L^{-1}), Şili (2848 mg L^{-1}) ve Yunanistan’dakinden (1000 mg L^{-1}) yüksek, Hırvatistan’dakinden (7030 mg L^{-1}) ise düşük olduğu, N-NH_4^+ konsantrasyonunun (660 mg L^{-1}), İstanbul (50 mg L^{-1}) ve Şili’dekenden (88 mg L^{-1}) çok daha fazla olduğu, toplam azot konsantrasyonunun (4203 mg L^{-1}), İstanbul’dakinden (1200 mg L^{-1}) yüksek olduğu, AKM miktarının (39023 mg L^{-1}), İstanbul’dakinden (50 mg L^{-1}) oldukça yüksek, Şili (87100 mg L^{-1}) ve Yunanistan’dakinden (77000 mg L^{-1}) düşük olduğu, sülfür konsantrasyonunun (802 mg L^{-1}), İstanbul’dakinden (161 mg L^{-1})

yüksek, Şili (2150 mg L^{-1}) ve Hırvatistan'dakinden (8020 mg L^{-1}) düşük olduğu görülmüştür.

Gerek yurtiçi gerekse yurtdışında yapılan çalışmaların çoğunda genel atık sular incelenmiştir. Elde edilen deneysel veriler, yurtiçinde İstanbul, İzmir, Çorlu, Biga ve Niğde'de, yurtdışında ise, Hırvatistan, Arnavutluk, Şili, Yunanistan, Hindistan ve İtalya'da yapılan çalışmalar sonucunda bulunan verilerle genel olarak karşılaştırıldığında, pH, KOİ, BOİ, alkalinite değerlerinin, Cr(III), toplam krom, toplam azot, sülfür konsantrasyonlarının, AKM, yağ ve gres miktarlarının aynı aralıkta oldukları görülmüştür. Sadece Cr (VI) ve N-NH_4^+ konsantrasyonu diğer çalışmalardakilerden daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Elde Edilen Deneysel Verilerin Yurtiçi ve Yurtdışı Literatürlerle Kıyaslanması

Araş. Yeri	pH	KOİ (mg.L ⁻¹)	BOİ (mg.L ⁻¹)	Cr(III) (mg.L ⁻¹)	Cr(VI) (mg.L ⁻¹)	Top. Cr (mg.L ⁻¹)	N-NH ₄ ⁺ (mg.L ⁻¹)	Top. N (mg.L ⁻¹)	AKM (mg.L ⁻¹)	Yağ ve Gres (mg.L ⁻¹)	Sülfür (mg.L ⁻¹)	Alkalinite (mg.L ⁻¹)
Hatay	4.23 ^a 11.71 ^b	6740 ^a 16821 ^b	377 ^a 4357 ^b	372 ^a -	127 ^a -	499 ^a -	- 660 ^b	- 4203 ^b	12662 ^a 39023 ^b	343 ^a 364 ^b	- 802 ^b	- 2115 ^b
İstanbul ¹	- -	2980 ^a 8365 ^b	- -	- -	- -	550 ^a -	827 ^a 50 ^b	- -	827 ^a 50 ^b	- -	- 161 ^b	- -
İzmir ¹	13 ^c	10380 ^c	-	-	-	192 ^c	-	-	-	-	20 ^c	-
İstanbul ²	-	2250 - 8200 ^c	1150-3480 ^c	-	-	22 - 320 ^c	-	-	50-9100 ^c	-	20-186 ^c	-
İzmir ^{3*}	3.11-12.51 ^c	470 - 53800 ^c	3200-22500 ^c	21 - 3372 ^c	-	-	-	85- 7410 ^c	300- 73600 ^c	40- 5400 ^c	1.9- 5500 ^c	-
İzmir ³⁺	2.3 - 12.67 ^c	1940-73100 ^c	860 - 42840 ^c	92 - 9160 ^c	-	-	-	240- 6110 ^c	143- 2340 ^c	56- 2860 ^c	5.7- 1650 ^c	-
İstanbul ⁴	6.4 - 9.98 ^c	3235 - 7420 ^c	600 - 2600 ^c	-	-	58 - 213 ^c	48- 245 ^c	-	1470 - 3474 ^c	-	17- 110 ^c	797-1818 ^c
Çorlu ⁴	6.41- 10.1 ^c	2513 - 8781 ^c	-	-	-	84 - 236 ^c	56- 136 ^c	-	1000 - 4740 ^c	-	10- 121 ^c	259-1132 ^c
Biga ⁴	7.35 - 9.74 ^c	1320 - 2950 ^c	-	-	-	45- 92 ^c	65- 185 ^c	-	1365 - 2975 ^c	-	26- 82 ^c	345-725 ^c
Niğde ⁵	7.3 - 8.4 ^c	1200 ^c	-	450 - 750 ^c	0.4 ^c	-	-	-	1500 - 9000 ^c	50 ^c	2.5 - 3 ^c	600 -1900 ^c
Biga ⁶	8.35 - 9.74 ^c	4480 - 5235 ^c	-	60 - 65 ^c	-	-	135- 185 ^c	-	2070 - 2275 ^c	430- 550 ^c	56- 100 ^c	-
İstanbul ⁷	5.4 ^a 12.2 ^b	1380 ^a 12425 ^b	- -	- -	- -	1990 ^a -	780 ^a 120 ^b	890 ^a 1200 ^b	- -	- -	- 460 ^b	- -
İstanbul ⁸	8.6 ^c	8000 ^c	3900 ^c	100 ^c	-	-	-	90 ^c	1090 ^c	-	150 ^c	-
Hırvatistan ⁹	3.9 ^a 12.5 ^b	6400 ^a 22510 ^b	2500 ^a 7030 ^b	561 ^a -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- 8020 ^b	- -
Arnavutluk ¹⁰	9.3 - 13 ^c	237 - 11032 ^c	832 - 1631 ^c	4.75-49.2 ^c	-	-	10- 102 ^c	-	1264- 9984 ^c	-	21- 380 ^c	-
Şili ¹¹	3.72 ^a 11.58 ^b	3287 ^a 8456 ^b	927 ^a 2848 ^b	- -	- -	3230 ^a -	174 ^a 88 ^b	- -	546 ^a 3792 ^b	- -	- 212 ^b	- -
Şili ¹²	3.7 ^a 12.3 ^b	7150 ^a 12650 ^b	- -	- -	- -	- -	- -	- -	8600 ^a 87100 ^b	- -	- 2150 ^b	- -
Yunanistan ¹³	3.2 ^a 11.6 ^b	- -	700 ^a 1000 ^b	- -	- -	- -	- -	- -	75800 ^a 77000 ^b	- -	- -	- -
Hindistan ¹⁴	3.34 ^c	1812 ^c	-	-	-	2375 ^c	-	-	67403 ^c	-	-	-
İtalya ¹⁵	7.2 ^c	2766 ^c	1040 ^c	32 ^c	-	-	212 ^c	371 ^c	937 ^c	-	56 ^c	-

- ¹KABDAŞLI ve ark. (1993) ²TÜNAY ve ark. (1995) ³ŞENGÜL ve GÜREL (1993) ⁴ATEŞ ve ark.(1997) ⁵SAYDAM (1998)
⁶KABDAŞLI ve ark. (1999) ⁷TÜNAY ve ark. (1994) ⁸TALINLI (1994) ⁹BAJZA ve VRCEK (2001)
¹⁰FLOQI ve ark. (2007) ¹¹RIVELA ve ark.(2004) ¹²TSOTSOS (1986) ¹³NAMASIVAYAM ve SENTHILKUMAR (1994)
¹⁴COOMAN ve ark.(2003) ¹⁵SZPYRKOWICZ ve ark. (1991)

^a Kromlu tabaklama prosesi atık suyu

^b Kireçleme prosesi atık suyu

^c Genel atık su

* Koyun derilerine ait atık su

+ Keçi derilerine ait atık su

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Deri endüstrisi, gerek dünyada gerekse Türkiye’de ekonomik açıdan büyük önem taşıyan, ancak çevre açısından da önemli miktarlarda kirlilik yaratan bir endüstri dalıdır. Deri endüstrisinde, ham deri işlenirken birçok aşamadan geçmekte ve bu sırada çok fazla miktarda su ve kireç, sodyum sülfür, amonyum sülfat, sodyum klorür, krom tuzları gibi kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Sonuçta, çevre açısından tehdit unsuru oluşturacak boyutlarda sıvı ve katı atıklar ortaya çıkmaktadır. Tüm deri işleme prosesleri içerisinde, kromlu tabaklama ve kireçleme işlemleri sonucunda oluşan atık sular en fazla kirlilik yüküne sahip olan atık sulardır. Çünkü, kromlu tabaklama atık suları klorür, amonyak, krom, sülfat gibi inorganik tuzları, kireçleme atık suları ise, sülfür ve yüksek miktarlarda organik kirlilik içermektedir. Bu bilgiler ışığında, bu çalışmada kromlu tabaklama ve kireçleme işlemleri sonucunda oluşan atık sular incelenmiştir.

Türkiye genelinde 76 merkezde deri üretimi yapılmakta ve 618 tesis fiili olarak çalışmaktadır. Ülkemizde de, deri endüstrisindeki atık sular için arıtma tesisi kurulması zorunluluğu olmasına rağmen, ne yazık ki, sadece İstanbul, İzmir, Çanakkale, Kayseri ve Tekirdağ’da faaliyet gösteren deri işletmelerinde arıtma tesisi bulunmaktadır (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2001).

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı’nın kayıtlarına göre, Hatay’da fiili olarak çalışan 30 işletme bulunuyorsa da, şu anda Hatay’ın Güzelburç Beldesinde faaliyet göstermekte olan 15 işletme bulunmaktadır. Bu işletmelerde arıtma tesisleri bulunmadığı gibi, bir de tesisler şehrin içerisinde kalmıştır.

Hatay’ın Güzelburç Beldesinde faaliyet göstermekte olan 15 deri işletmesinden alınan kromlu tabaklama atık sularının ortalama pH değeri 4.23, KOİ değeri 6740 mg L⁻¹, BOİ değeri 377 mg L⁻¹, Cr(III) konsantrasyonu 372 mg L⁻¹, Cr(VI) konsantrasyonu 127 mg L⁻¹, toplam krom konsantrasyonu 499 mg L⁻¹, AKM miktarı 14553 mg L⁻¹, OM miktarı 12662 mg L⁻¹, yağ ve gres miktarı 343 mg L⁻¹ olarak, kireçleme atık sularının ise, ortalama pH değeri 11.71, KOİ değeri 16821 mg L⁻¹, BOİ değeri 4357 mg L⁻¹, sülfür konsantrasyonu 802 mg L⁻¹, N-NH₄⁺ konsantrasyonu 660 mg L⁻¹, toplam azot konsantrasyonu 4203 mg L⁻¹, AKM miktarı 39023 mg L⁻¹, OM miktarı 16023 mg L⁻¹, yağ ve gres miktarı 364 mg L⁻¹, alkalinite değeri 2115 mg L⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, gerek yurtiçinde gerekse yurtdışında gerçekleştirilen çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, sonuçlar arasında çok büyük farklılıklar görülmemiştir. Ancak, ülkemizin kabul ettiği su kirliliği kontrolü yönetmeliğindeki deşarj standartlarıyla ve 16 farklı ÷lkeye ait kirlilik standartlarıyla (Çizelge 1.6.) karşılaştırıldığında, elde edilen sonuçların standartların epeyce üzerinde oldukları gör÷lmüştür.

Hatay'daki deri işletmelerinden çıkan atık sular hiçbir işleme tabi tutulmaksızın şehrin içinden geçen Asi Nehri'ne bırakılmakta, bu da çevre açısından büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Arıtma tesisi kurma maliyeti oldukça yüksek olduğundan işletme sahipleri bu tesisleri kuramamaktadır. En azından arıtma tesisi kuruluncaya kadar, yüksek kirlilik yüküne sahip olan bu atık sular, bir takım işlemlere tabi tutularak, kirlilik yükleri azaltılmış bir şekilde doğaya bırakılabilir.

Atık su kirliliğini azaltabilmek amacıyla, deri işleme prosesleri sırasında daha az su, tuz, kireç ve amonyum sülfat kullanılabilir.

Katı maddeler zamanla çökerek dipte organik ve inorganik madde içerikli bir çamur tabakası oluştururlar. Bu çamur tabakası nehirlerin, göllerin dolmasına, oksijen dengesinin bozulmasına, bulanıklığa neden olduğu gibi, balıkların besin aradıkları dip yüzeyi de örterek yararsız hale getirir. AKM miktarları epeyce yüksek olduğu için, en azından bir çökeltme havuzu yapılarak nehre giden atık sulardaki katı maddelerden ileri gelen olumsuz etkiler en aza indirilebilir. Ayrıca, katı atıklar sıvı atıklardan ayrılırsa, katı atıklar hem ekonomiye kazandırılabilir, hem de atık suyun kirlilik yükü azaltılmış olur.

Atık sulardaki Cr (VI) düşük konsantrasyonlarda bile olsa, biyolojik proseslerde toksik etkiye neden olmaktadır. Balıkların ve diğer akuatik canlıların yaşamına ters etki yapmaktadır. İnsan sağlığı açısından da tehlikelidir. Teneffüs edilmesi veya çeşitli yollarla vücuda girmesi ciğerlerde ve deride aşırı hassasiyetlere yol açmakta ve yüksek dozlarda bağırsakları tahrip etmekte, böbrek bozukluklarına sebep olmaktadır. Cr (III), Cr (VI) kadar toksik olmasa da yine de ortamda bulunması istenmemektedir. Cr (III), kireç ilavesiyle çözeltilinin pH'ı 8 -10 arasına getirilerek krom hidroksitin çöktürülmesiyle uzaklaştırılabilir. Cr (VI) çöktürülemez. Bu nedenle öncelikle Cr (III)'e indirgenmesi gerekmektedir. Bu indirgenme sodyum bisülfid, bisülfat, metabisülfid veya

sülfürik asit ilavesiyle yapılabilir. Bunun yanı sıra, atık sulardan kromun çöktürülerek uzaklaştırılmasında $MnSO_4$, MgO ve $FeSO_4$ da kullanılabilir.

Atık sulardaki sülfür bileşikleri kimyasal ve biyokimyasal oksidasyon işlemleri sonucunda büyük bir oksijen tüketimine neden olmakta ve alıcı ortamdaki çözünmüş oksijen konsantrasyonunu azaltmaktadır. Sülfür iyonları pH 7'nin altında zehirli bir gaz olan H_2S 'e dönüşerek atmosfere yayılmaktadır. Atık sulardaki sülfür iyonları $Fe_2(SO_4)_3$ veya $KMnO_4$ ile çöktürmek suretiyle uzaklaştırılabilir.

Atık sulardaki $BOİ$ ve $KOİ$, akarsu, göl, deniz gibi yüzey sularında çözünmüş durumda bulunan oksijeni azaltarak suda yaşayan canlıları etkilemektedir. $BOİ$ ve $KOİ$ 'dan dolayı oksijen konsantrasyonunun düşmesiyle sudaki aerobik hayat tamamıyla tükendiğinde anaerobik ayrışma başlamakta ve metan, hidrojen sülfür gibi istenmeyen ayrışma ürünleri meydana gelmektedir.

Azot içeren atık sular alıcı ortama deşarj edildiğinde ötrofikasyona (göl, nehir ve denizlerde besleyici mineral kirlenmesinden doğan aşırı bitki üremesi) sebebiyet vermektedir. Atık sulardaki azot magnezyum amonyum fosfat çöktürmesiyle uzaklaştırılabilir.

Kireçleme ve kromlu tabaklama işlemleri sonucunda açığa çıkan atık suların uygun oranlarda karıştırılması ile, pH, AKM miktarı, $BOİ$, $KOİ$ değerleri, krom(III) ve sülfür konsantrasyonları gibi birçok kirlilik parametresi önemli miktarlarda azaltılabilir.

Deri endüstrisi gibi koku problemi olan, gürültü çıkaran ve büyük kirlilik yüküne sahip işletmelerin, şehrin içerisinde çıkartılarak organize sanayi bölgelerine taşınması, gerek insan sağlığı gerekse de çevre açısından son derece yararlı olacaktır.

İlgililerin, hem arıtma tesislerinin kurulmasında, hem de atıkları azaltabilmek amacıyla tesis içinde, yukarıda anlatıldığı gibi, büyük maliyetler gerektirmeyen basit önlemlerin alınmasında gereken hassasiyeti göstermeleri gerekmektedir. Aksi takdirde, su kaynaklarının atıklarla kirlenmesi sonucunda, sadece çevre sorunları oluşmayacak, aynı zamanda bu kirliliklerin giderilmesi için, çok büyük temizleme yatırımlarına ihtiyaç duyulacaktır.

KAYNAKLAR

- Artan, R., 1984. Endüstriyel Atık Suların Kontrol ve Kısıtlama Esasları Projesi. **İ.T.Ü. Çevre ve Şehircilik UYG-AR Merkezi**, İstanbul.
- Ateş, E., Orhon, D., Tünay, O., 1997. Characterization of Tannery Wastewaters for Pretreatment Selected Case Studies, **Wat. Sci. Tech.**, 36(2-3), 217-223.
- Baltacı, F., 2000. **Su Analiz Metotları**. İçme Suyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Bajza, Z., Vrcek, I., 2001. Water Quality Analysis of Mixtures Obtained from Tannery Waste Effluents, **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 50, 15-18.
- Bremner, C., M., 1996. Nitrogen-Total in Methods of Soil Analysis, **Part – 3/ Chemical Metot SSSA Book Series 5**, pp, 1085-1122, Wisconsin USA.
- Bulur, V., 2001. Deri Endüstrisi Atık Sularının Optimum Arıtılabilirliğinin Araştırılması, **Yüksek Lisans Tezi**, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Cooman, K., Gajardo, M., Nieto, J., Bornhardt, C., Vidal, G., 2003. Tannery Wastewater Characterization and Toxicity Effect on *Daphnia* spp., **Environmental Toxicology**, 18, 45-51.
- Downing, A.L., 1981. **Industrial Wastewater Treatment Course Notes**, Delft, Holland.
- EPA., 1979. Development Document for Effluent Limitations Guidelines & Standards, Leather Tanning & Finishing Point Sources Category, **EPA 440/1-79/016**.
- Floqi, T., Vezi, D., Malollari, I., 2007. Identification and Evaluation of Water Pollution from Albanian Tanneries, **Desalination**, 213, 56-64.
- Genceli, E.A., 1997. Deri Endüstrisi Atık Sularının Biyolojik Arıtılabilirliği ve Kinetik Karakterizasyonu, **Doktora Tezi**, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Göknil, H., 1975. Endüstri Sularının Tasfiyesi, **Deri Endüstrisi Yüksek Lisans Ders Notları**, İ.T.Ü., İnşaat Fakültesi Çevre Bilimleri ve Teknolojisi Kürsüsü, İstanbul.
- Kabdaşlı, I., Tünay, O., Orhon, D., 1993. The Treatability of Chromium Tannery Wastes, **Wat. Sci. Tech.**, 28(2), 97-105.
- Kabdaslı, I., Tünay, O., Orhon, D., 1999. Wastewater Control and Management in a Leather Tanning District, **Wat. Sci. Tech.**, 40(1), 261-267.

- Kalender, A., 1981. Deri Sanayi Sıvı Atıklarının Aktif Çamur Metodu ile Tasfiyesinin Kinetiği Üzerine Bir Araştırma, **Doktora Tezi**, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Konrad, C., Lorber, K.E., Mendez, R., Lopez, J., Munoz, M., Hidalgo, D., Bornhardt, C., Torres, M., Rivelca, B., 2002. Systematic Analysis of Material Fluxes at Tanneries, **Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists**, 86, 18-25.
- Mulvaney, R., L., 1996. Nitrojen Inorganic Forms, Methods of Soil Analysis, **Part – 3/ Chemical Metot SSSA Book Series 5**, pp, 1123-1184, Visconsin USA.
- Namasivayam, C., Senthilkumar, S., 1994. Treatment of Tannery Wastewater Using “Waste” Fe (III)/Cr (III) Hydroxide, **Intern. J. Enviromental Studies**, 46, 311-321.
- Rivela, B., Méndez, R., Bornhardt, C., Vidal, G., 2004. Towards a Cleaner Production in Devoloping Countries: A Case Study in a Chilean Tannery, **Waste Manegement Research**, 22: 131
- Saydam, M., 1998. Bor Deri Endüstrisinde Atık Suların İncelenmesi, **Yüksek Lisans Tezi**, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2004. **Çevre Bakanlığı Mevzuatı**, Ankara.
- Szpyrkowicz, L., Rigoni-Stern, S., Grandi, F.Z., 1991. Pilot Plant Studies on Tannery Waste Water Treatment with the Objective to Reduce Sludge Production, **Wat. Sci. Tech.**, 23, 1863-1871.
- Şengörür, B., 1984. Deri Endüstrisi Atık Sularındaki Sülfürün Giderilmesi Üzerine Bir Araştırma, **Yüksek Lisans Tezi**, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şengül, F., 1991. **Su ve Atık Su Analizleri**, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Şengül, F., Gürel, O., 1993. Pollution Profile of Leather Industries; Waste Characterization and Pretreatment of Pollutants, **Wat. Sci. Tech.**, 28(2), 87-96.
- Talınlı, İ., 1994. Pretreatment of Tannery Wastewaters, **Wat. Sci. Tech.**, 29(9), 175-178.
- T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2001. Çevre Kirliliğini Önleme ve Kontrol Genel Müdürlüğü.
- Toptaş, A.,1993. **Deri Teknolojisi**, İstanbul

- TS 4182, 1998. Su Kalitesi, Alkalinite Tayini, **Türk Standartları Enstitüsü**, Ankara.
- Tsotsos, D., 1986. Tanneries: A Short Survey of The Methods Applied for Wastewater Treatment, **Wat. Sci. Tech.**, 18, 69-76.
- Tünay, O., 1996. **Endüstriyel Kirlenme Kontrolü**, 1. Baskı, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- Tünay, O., Kabdaşlı, I., Orhon, D., Ateş, E., 1995. Characterization and Pollution Profile of Leather Tanning Industry in Turkey, **Wat. Sci. Tech.**, 32(12), 1-9.
- Tünay, O., Orhon, D., Kabdaşlı, I., 1994. Pretreatment Requirements for Leather Tanning Industry Wastewaters, **Wat. Sci. Tech.**, 29(9), 121-128.
- Yıldız, A., Genç, Ö., Bektaş, S., 1997. **Enstrümental Analiz Yöntemleri**. Hacettepe Üniversitesi Yayınları. 44-63 s. Ankara.

TEŞEKKÜR

Mastır tez konumun belirlenmesinde ve çalışmamın her aşamasında bilgi ve deneyimi ile bana yol gösteren, manevi yönden de desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Şana Sungur'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bölüm imkanlarından faydalanmamı sağladığı için Prof. Dr. Nureddin Çolak'a teşekkür ederim.

MKÜFAM imkanlarından faydalanmamı sağladığı için Yrd. Doç. Dr. M. Kemal Sangün'e ve Uzman Seher Mısırlıoğlu'na teşekkür ederim.

Çalışmamın kaynak tarama ve atık su numunesi alma aşamasındaki yardımlarından dolayı Cemil Üzer ve Çiğdem Irmak'a teşekkür ederim.

Tezimin yazılmasındaki yardımlarından dolayı Barış Sungur'a teşekkür ederim.

Tez yazım ve düzenleme aşamasında desteklerini esirgemeyen Sultan Özer, Ahmet Yılmaz ve meslektaşlarım Ramazan Okur ve Yusuf Kılboz'a teşekkür ederim.

Son olarak bugüne kadar her zaman yanımda olan ve beni destekleyen Derya Özer ile aileme teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Antakya'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimini okul birincisi olarak Antakya'da tamamladım. 2001 yılında girmiş olduğum Kafkas Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nü 2005 yılında bitirdim ve aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalında Yüksek Lisans Programına yerleştim.